



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA  
ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL  
MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

**Gabriel Estuardo Morales Estrada**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Vèliz

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA  
ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL  
MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**GABRIEL ESTUARDO MORALES ESTRADA**  
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÈLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIA	Inga. Inga. Marcia Ivonne Véliz

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 7 de mayo de 2,007.



Gabriel Estuardo Morales Estrada



Guatemala, 5 de marzo de 2008  
Ref. EPS. D. 210.03.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **GABRIEL ESTUARDO MORALES ESTRADA**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**.

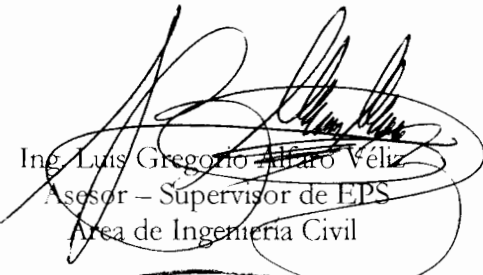
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Camotán**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Inge. Luis Gregorio Alfaro Veliz  
Asesor – Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

LGAV /jm





Guatemala, 5 de marzo de 2008  
Ref. EPS. D. 210.03.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **GABRIEL ESTUARDO MORALES ESTRADA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Velásquez.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena  
Directora Unidad de EPS

NISZ/jm





El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Gabriel Estuardo Morales Estrada, titulado **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.



Ref. DTG.147.08

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DE LA ALDEA CAJÓN DEL RÍO E INTRODUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario, **Gabriel Estuardo Morales Estrada**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Decano



Guatemala, abril 2008

/cc



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>DIOS</b>	Por que tus promesas se cumplen en tu tiempo y no en el mío, bendito es tu nombre.
<b>MI MADRE</b>	Luvia Maritza Estrada Barrientos
<b>MI HERMANA</b>	Karen Paola Morales Estrada
<b>MIS SOBRINOS</b>	Anik Paola Rachel España Morales Jean Paul Hugo Andre España
<b>MI ABUELA</b>	Elvira de María Barrientos
<b>MIS TÍOS</b>	
<b>MIS PRIMOS</b>	
<b>A MI NOVIA</b>	Claudia Elizabeth Salguero
<b>MIS COMPAÑEROS</b>	Pablo Javier Charchalac Castillo Sergio Iván López Córdova Elder Amilcar Gómez Zeta
<b>MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN</b>	Ing. Neri Castro Ing. Mario Corzo

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>OBJETIVOS</b>	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XV
<b>1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÀN, CHIQUIMULA</b>	
<b>1.1 Generalidades</b>	1
1.1.1 Límites y localización	2
1.1.2 Accesos y comunicaciones	2
1.1.3 Topografía y suelos	4
1.1.4 Aspectos climáticos	5
1.1.5 Actividades económicas	6
1.1.6 Población	8
<b>1.2 Principales necesidades del municipio</b>	11
1.2.1 Vías de acceso	11
1.2.2 Alteración del recurso hídrico por aguas negras	12
<b>2. DISEÑO TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA</b>	13
2.1 Estudio topográfico	13
2.2 Estudio de suelos	14
2.3 Descripción del proyecto	16
2.4 Componentes de una carretera	18
2.5 Especificaciones de construcción para carreteras	23

2.6	Movimiento de tierras	29
2.7	Maquinaria a utilizar	30
2.8	Elementos de un tramo carretero	30
2.8.1	Secciones típicas	30
2.8.2	Drenajes	31
2.8.3	Material de balasto	32
<b>3.</b>	<b>CÀLCULOS NUMÉRICOS PARA TRAMO CARRETERO</b>	<b>33</b>
3.1	Càlculos de diseño	34
3.2	Càlculos de movimiento de tierra	36
3.3	Desglose presupuestario	37
3.4	Integración de costos	38
<b>4.</b>	<b>FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	<b>41</b>
4.1	<b>Diseño Introducción y ampliación del sistema de agua potable, para la cabecera del municipio de Camotán, Chiquimula</b>	<b>41</b>
4.1.1	Descripción del proyecto a desarrollar	41
4.1.2.	Levantamiento topográfico	43
4.1.2.1.	Planimetría	44
4.1.2.2.	Altimetría	45
4.1.3	Aforo	45
4.1.4	Análisis físico-químico y bacteriológico	46
4.1.5	Crecimiento de la población	48
4.1.6	Períodos de diseño	51
4.1.7	Dotación	52
4.1.8	Demanda	53
4.1.9	Factor de día máximo	53
4.1.10	Factor de hora máxima	53

4.1.11 Almacenamiento	54
<b>4.2 Principales componentes del sistema de agua</b>	<b>56</b>
<b>4.3 Trabajo técnico profesional</b>	<b>60</b>
4.3.1 Especificaciones técnicas de diseño	60
4.3.2 Condiciones actuales del nacimiento del agua y de terrenos por donde pasa el diseño propuesto	67
4.3.3 Determinación de la línea de conducción	68
4.3.4 Obras estructurales, cajas rompe-presión, válvulas de aire y válvulas de limpieza	69
<b>4.4 Desinfección</b>	<b>71</b>
<b>4.5 Cuantificación de materiales</b>	<b>73</b>
<b>4.6 Presupuesto</b>	<b>75</b>
4.6.1 Costo del proyecto	75
4.6.2 Cuadro de resumen	77
4.6.3 Precios unitarios	78
<b>4.7 Evaluación de impacto ambiental</b>	<b>79</b>
<b>4.8 Evaluación socio-económica</b>	<b>87</b>
4.8.1 Valor presente neto	87
4.8.2 Tasa interna de retorno	88

<b>CONCLUSIONES</b>	89
<b>RECOMENDACIONES</b>	91
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	93
<b>ANEXOS</b>	95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES FIGURAS

1.	Ubicación de estación hidrométrica en Camotàn	6
2.	Mapa con las Aldeas del municipio de Camotàn	15
3.	Elementos de las curvas simples	18
4.	Detalle contracuneta	22
5.	Secciones típicas	31
6.	Componentes de un sistema de agua	58
7.	Puntos altos en una línea de conducción	63
8.	Fotografías del nacimiento	67



## TABLAS

I.	Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central	19
II.	Especificaciones de construcción para carreteras	23
III.	Características geométricas	24
IV.	Para secciones típicas "G"	26
V.	Libreta topográfica calculada	34
VI.	Cálculos del presupuesto a utilizar	
VII.	Cronograma de ejecución	
VIII.	Estándares para agua potable	
IX.	Normas bacteriológicas	48
X.	Principales diferencias entre aguas superficiales y aguas subterráneas	57
XI.	Diámetros de ventosas o válvulas de aire en función de diámetro de tubería	63
XII.	Diámetros de limpieza en función del diámetro	64





## **GLOSARIO**

<b>AASHTO</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials.
<b>ACUEDUCTO</b>	Obra para conducir agua. También se denomina así a un conjunto de obras de abastecimiento de agua.
<b>ACUÍFERO</b>	Depósito de agua que satura el subsuelo.
<b>AFLUENTE</b>	Flujo entrante
<b>AGUA</b>	Compuesto de hidrógeno y oxígeno. En la naturaleza no puede hallarse libre de sustancias en suspensión o en solución.
<b>AGUA POTABLE</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>ALINEAMIENTO HOIZONTAL</b>	Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.
<b>ALINEAMIENTO VERTICAL</b>	Proyección del desarrollo del eje de proyecto de una carretera sobre un plano vertical.

<b>BAHIA DE PASO</b>	Sobreancho de carretera que permite el cruce de dos vehículos por el mismo lugar.
<b>BALASTO</b>	Material compuesto por grava y arena adecuadamente graduado y resistente al desgaste que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla.
<b>BOMBEO</b>	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.
<b>CALZADA</b>	Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.
<b>CLORACIÓN</b>	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
<b>CLORADOR</b>	Dispositivo para aplicación de cloro.
<b>CONTAMINACIÓN</b>	Alteración de la calidad por elementos que hagan el agua impropia para el consumo humano.
<b>CONTRACUNETA</b>	Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno

natural.

<b>CORONA</b>	Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros.
<b>DEPÓSITO</b>	Reservorio para almacenar, regular y/o controlar el agua.
<b>DERECHO DE VÍA</b>	Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la dirección general de caminos, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.
<b>D.G.C</b>	Dirección General de Caminos
<b>FAJA SEPARADORA CENTRAL</b>	Es la zona que se dispone como medida de precaución para que los vehículos que circulen en un sentido no invadan los carriles de sentido contrario.
<b>FILTRACIÓN</b>	Paso de agua a través de un medio poroso produciéndose en ella cambios físicos, químicos y biológicos.
<b>FILTRO</b>	Reactor donde se lleva a cabo la filtración.

**GRADO DE CURVATURA**

Ángulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte (20) metros de longitud.

**GRADO MÁXIMO DE CURVATURA**

Límite superior del grado de curvatura que podrá usarse en el alineamiento horizontal de una carretera con la sobreelevación máxima, a la velocidad de proyecto.

**TURBIDEZ**

Interferencia óptica causada por material finamente dividido y en suspensión.

## RESUMEN

El trabajo de graduación que se muestra a continuación, presenta el diseño de una línea de conducción de agua potable; para tal diseño se utilizaron las normas Coguanor, así, también, el folleto de la Organización Panamericana de la Salud de 1,997, como respaldo a lo expuesto por la normas del folleto de Unepar versión del año 1,997.

Se muestra, también, el diseño de una carretera de terracería, que debido a la capacidad económica del municipio, se elaboró una implementación de carretera tipo "G".

En el diseño de la carretera se utilizó, en gran manera, el programa Land Civil, ya que el mismo representa una gran facilidad para la elaboración de un diseño de un tramo carretero, mostrando sus secciones típicas, así como la cantidad de movimiento de tierra.

Luego de realizar el diseño de ambas obras civiles, se pretende otorgar a la comunidad de Camotán, una herramienta que les sea útil para el desarrollo y, además, que con esto se puedan plantear soluciones viables que reúnan los requisitos técnicos de diseño y económicamente factibles para la comunidad, y así lograr impulsar la labor social que la Universidad de San Carlos de Guatemala puede realizar, a través de los futuros profesionales.



## **OBJETIVOS**

### **Generales**

1. Utilizar las fuentes de abastecimiento de agua, para satisfacer las necesidades de los habitantes de la región de Camotán, Chiquimula.
2. Promover el desarrollo socioeconómico en la aldea Cajón del Río, a través de la ejecución de vías de comunicación terrestre.

### **Específicos**

1. Diseñar una línea de conducción de agua de la aldea Talquezal hacia el municipio de Camotán, logrado por el sistema de gravedad, para que sea económicamente factible.
2. Diseñar un tramo carretero de acuerdo con las especificaciones y reglamentos establecidos, para erradicar los problemas causados por los nacimientos de agua ubicados en las laderas del cerro en jurisdicción de la aldea Cajón del Río.





## INTRODUCCIÓN

Para lograr desarrollo en una comunidad, que es netamente de origen agrícola, se hace necesaria la elaboración de una vía de comunicación vial, para lo cual se proponen soluciones que reúnan las características técnicas y se ajusten a las capacidades económicas de la comunidad o en este caso, a las disposiciones de las autoridades municipales.

El municipio de Camotán se encuentra al este del departamento de Chiquimula y al igual que la mayor parte del nororiente del país, presenta grandes deficiencias respecto de caminos vecinales y carreteras de terracería.

En la aldea Cajón del Río existe actualmente, una vía de terracería en un estado crítico, debido a que los cerros aledaños contienen una precipitación pluvial que daña las vías formando zanjones transversales que hacen imposible el paso de vehículos, incluso de doble tracción, por la profundidad de los mismos, en las pendientes muy pronunciadas se propondrá la colocación de carrileras que serán realizadas con concreto ciclópeo.

Asimismo, la ampliación del proyecto de agua potable de la cabecera municipal obedece a la necesidad de un sector de la población, ya que en este momento es abastecida por una quebrada de agua, la cual, en la mayor parte del año se encuentra contaminada de pulpa de café y químicos agrícolas los cuales dañan la calidad de la misma, tal ampliación se realizara obteniendo el líquido en un nacimiento, ubicado en la finca Las Victorias, aldea Talquezal, municipio de Jocotán.

# 1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN

## 1.1 Generalidades

El nombre antiguo del municipio de Camotán es “**San Juan Camotán**”, que aparece en la lista de Curatos del Arzobispado de Guatemala, publicado en julio de 1806.

Asciende a la categoría de municipio por el sistema de jurados, incluido en el distrito de Chiquimula y decretado por el Código de Livingston, el 27 de agosto de 1836; figurando en el listado de los poblados del estado de Guatemala que fueron distribuidos para la administración de justicia, según recopilación de leyes de Pineda Mont.

Etimológicamente, la palabra Camotán viene de las voces aztecas Camota = camote (batata edulis) y del sufijo, tlan = abundancia; “**lugar donde se produce mucho camote**”.

El municipio de Camotán se encuentra ubicado en el departamento de Chiquimula en la región denominada Ch'ortí.

Desde hace varias décadas esta región ha experimentado una serie de cambios en el ambiente, generados por la destrucción de los recursos naturales, en especial la pérdida de la cobertura forestal (25% de territorio actualmente tiene bosque), la degradación del recurso suelo por la erosión y la escasez del agua por el desfase del ciclo hidrológico.

### **1.1.1 Límites y localización**

El municipio de Camotán se localiza en el departamento de Chiquimula, en la Región III o Nororiente del país. Se ubica en las coordenadas latitud norte 14°49'13" longitud oeste 89°22'24".

El municipio se encuentra a 32 Km. de la cabecera departamental de Chiquimula y a 201 Km. de la capital de Guatemala.

La extensión territorial del municipio es de 232 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), está formado por la cabecera municipal, 29 aldeas y 115 caseríos. Colinda al norte con el municipio de la Unión, departamento de Zacapa; al sur con el municipio de Esquipulas, Chiquimula; al este con Copán Ruinas que se encuentra en territorio hondureño y al oeste con el municipio de Jocotán, Chiquimula.

### **1.1.2 Accesos y Comunicaciones**

Su principal vía terrestre es la ruta nacional 21 (kilómetro 210, de la Ruta Nacional 20), cuenta con aproximadamente 48 vías balastadas.

#### **Medios de comunicación:**

La cabecera municipal de Camotán cuenta con una oficina de "El Correo", la que presta servicios de encomiendas, envíos y cartas, así como envío y recepción de telegramas. Se atiende al público de 8:30 a 12:00 y de 13:30 a 17:30 horas. Se reparte correspondencia los días lunes, miércoles y viernes. Se recibe correspondencia los días martes, jueves y sábado.

En lo que respecta a comunicación telefónica “Teléfonos del Norte” se ha instalado teléfonos comunitarios en las siguientes aldeas: Caparjá (3), Caulotes (3), El Jute (1), El Tesoro (2), El Volcán (1), La Libertad (1), Pajcó (2) y Sesesmilito (1).

En reunión llevada a cabo en el mes de diciembre se hizo la notación que se cuenta con telefonía móvil de **Comcel** y **PCS**, en un alto porcentaje del territorio camoteco.

El transporte extra-urbano nacional que llega hasta la frontera con Honduras, el Florido incluye: Transportes Litegua, Transportes Vilma, Transportes El Cuate y Transportes Los Primos.

En televisión no se captan los canales nacionales, en las aldeas cercanas a la frontera. El servicio de cable cubre únicamente a la cabecera municipal. No existen medios escritos propios, pero circula el Sol Ch’orti’ (de Jocotán), Prensa Libre, Nuestro Diario, El Periódico y Al Día.

Los medios de comunicación más comunes en el área rural son las radiodifusoras, los telegramas y las razones de persona a persona. La correspondencia llega por medio de los alcaldes auxiliares. Las radios de mayor audiencia son la “Radio Chortí” y “La Perla de Oriente”, “La Novedad” y otras de Honduras.

El municipio de Camotán cuenta con una pista de aterrizaje para el transporte aéreo en la Aldea Caulotes.

### **1.1.3 Topografía y suelos**

La topografía del terreno del municipio de Camotán es escarpada, con cerros y montañas con pendientes que van de 45 a 75 %, generalizada en todo el territorio; las partes planas y de poca pendiente están ubicadas en las riveras del Río Grande de Zacapa.

Los suelos varían en un mismo terreno en cuanto a la textura, estructura y fertilidad, por consiguiente, para analizar los suelos a nivel de subpaisaje, el elemento más importante a utilizar es la pendiente, la cual indica el grado de inclinación con relación a la horizontal.

En el municipio de Camotán predominan las pendientes superiores a 55%, que ocupan 57% del área total del municipio; siguen las que se encuentran en un rango de 26-36%, que ocupan el 29% del área del territorio municipal.

Las pendientes entre 0 y 12% y entre 36 y 55%, ocupan menos del 6% del área del municipio.

El suelo contiene material de naturaleza mineral que se deriva de la roca madre; cuando ésta se desintegra forma la capa superficial de la tierra, en la cual intervienen factores bióticos. Su límite va hasta donde penetran las raíces de las plantas para tomar nutrientes.

En el suelo se encuentran sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Las sólidas comprenden la materia mineral y la materia orgánica y constituyen un 45% del suelo; la parte líquida la forma el agua en un 25%; la gaseosa, el aire en un 25%; y solamente un 5% constituye la materia orgánica.

Los suelos se clasifican por las dimensiones de las partículas que contienen arcilla, que a la vez está formada por las partículas de menor tamaño; el limo integrado por partículas de tamaño mediano; y la arena, que presenta las partículas de mayor tamaño.

#### **1.1.4 Aspectos climáticos**

La temperatura varía entre 21° C y 40° C y la precipitación pluvial varía entre 850 y 2,200mm. Predomina el bosque húmedo subtropical templado, con 78% y bosque seco subtropical que abarca un 22%. El bosque húmedo subtropical templado se caracteriza por presentar el periodo de lluvias más frecuentes entre mayo y noviembre; los terrenos de esta zona son de relieve ondulado, accidentado y escarpado.

Datos del INSIVUMEH de la estación hidrológica localizada en Camotán, Chiquimula:

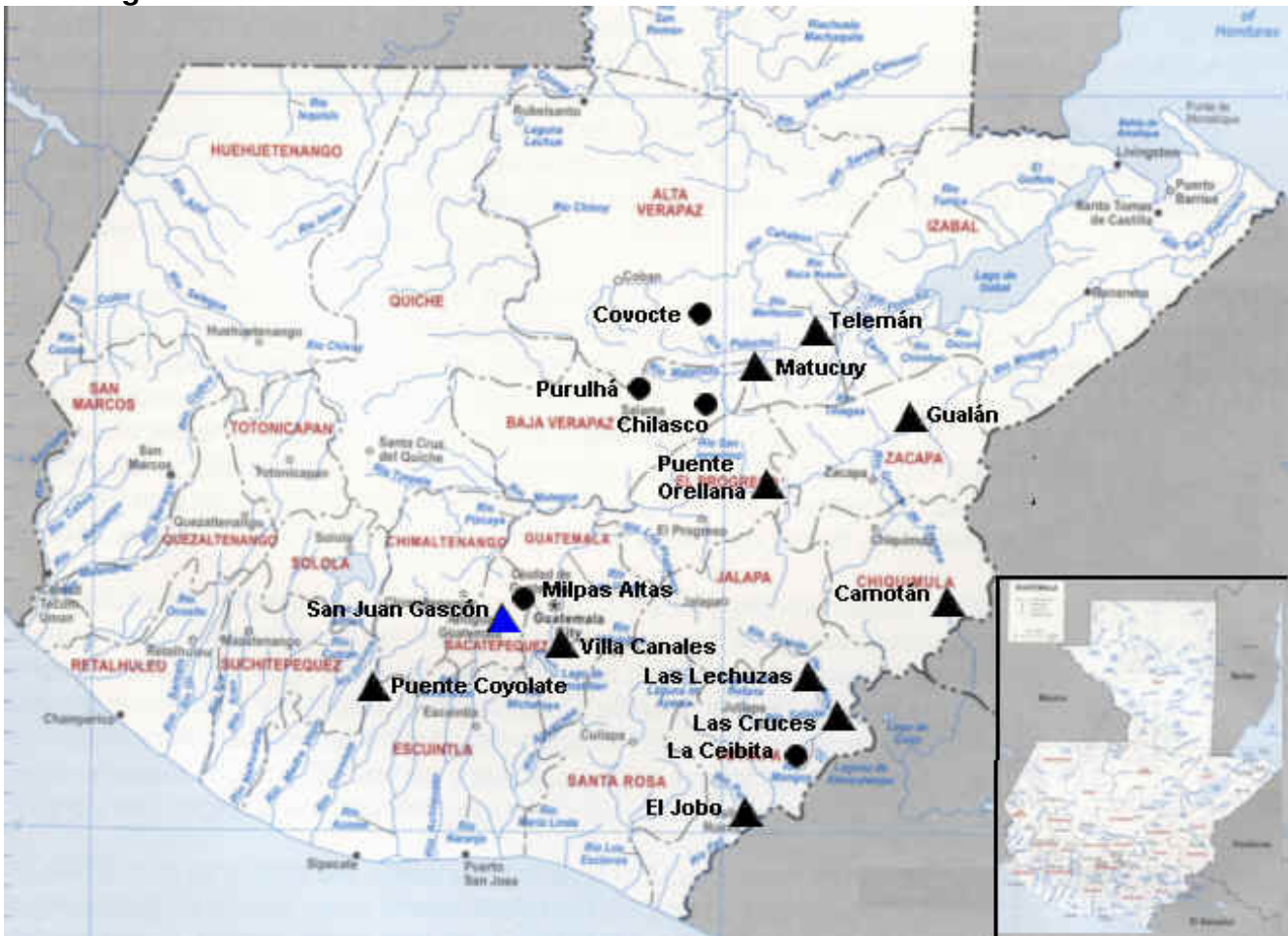
##### **LOCALIZADO**

Latitud 14°49'31", Longitud 89°22'26" NAD27  
000 County, 00

##### **DESCRIPCIÓN**

Datum of gage: 410.34 feet above sea level NGVD29.

Figura 1. Ubicación de estación hidrométrica en Camotán



- ▲ ESTACIONES HIDROMÉTRICAS CON REGISTRO DE LLUVIA
- ▲ ESTACIONES HIDROMÉTRICAS
- ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

### 1.1.5 Actividades económicas

El municipio de Camotán no cuenta con un mercado específico, ni tiene una plaza lugar identificado para transacciones comerciales en el área urbana. Existen tiendas que expenden verduras, granos básicos y otros productos.



Los pequeños productores de café venden su producto a personas o intermediarios que llegan a su comunidad a comprar.

La mayor acción de transacciones comerciales se desarrolla en el mercado de Jocotán el día domingo, municipio cercano con mucha concentración de pequeños productores, en donde se realizan actividades de compra – venta.

En la aldea Muyurcó existe un mercado cantonal los días martes y sábado, es de carácter informal, y convergen campesinos de las aldeas vecinas tales como: Aldea Tular y caseríos, Limón y caseríos, Cajón del Río y Aldea Shalagua, todas las anteriores del municipio de Camotán; además, las aldeas de Tontoles y Naranjo de Jocotán.

En Caparjá existe convergencia de campesinos que realizan compras y ventas los domingos con los campesinos de las aldeas que están alrededor: Guayabo y caseríos, Anicillo y caseríos, La Libertad y caseríos, y aldeas vecinas de la república de Honduras.

En el caso de los hombres, el promedio de ingreso económico mensual es de Q580.00, proveniente especialmente de jornales; en caso de las mujeres, no se conoce su salario ya que sus actividades diarias son oficios domésticos y en sus tiempos libres producen artesanías que venden en el mercado de Jocotán y esto les genera otros ingresos de carácter temporal.

- **Producción artesanal:**

En este municipio se elabora cerámica (comales y ollas), cestería, escobas, trenzas y sombreros de palma, joyería, candelas, teja y ladrillo de barro. También se destacan las artesanías de madera.

En las comunidades de Tisipe, Lelá Chancó, Lelá Obraje, Dos Quebradas, La Marimba y Ushurjá se dedican a la cestería. En “El Limón” (Lelá Chancó) elaboran papas y escobas.

- **Producción minera:**

En jurisdicción de Camotán existen dos minas de plata (en Tipacay y Lantiquin) y una de hierro (en Xupán).

Actualmente, se explotan minas de antimonio y canteras de cal, siendo en la aldea “El Brasilar” en donde la extracción de cal es más importante, la cual se realiza con actividades más de tipo artesanal que industrial.

- **Agricultura**

La agricultura es la principal actividad económica a la que los pobladores del municipio se dedican, por tal razón, es de vital importancia determinar los principales factores que limitan el desarrollo y productividad de la misma.

#### **1.1.6 Población**

##### **Población neta:**

37,638 (base de datos OMP 2005)

36,226 (INE, censo 2004)

35,263 (diagnóstico municipal 2002-2004)

Datos del centro de salud, para el año 2004:

36 226 habitantes

Área urbana 1,670; área rural 34,751. (diagnóstico municipal 2002-2003

Oficina Agroforestal)

### **Habitantes por Km<sup>2</sup>:**

El diagnóstico municipal 2002-2004 de la Oficina Agroforestal Municipal indica la siguiente densidad poblacional:

Densidad de población estimada del período 2002-2007  
(Pobladores/km<sup>2</sup>)

<b>Año</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Densidad por km <sup>2</sup>	156	163	171	178	195	204

Los Guardianes de Salud reportan una densidad de población de 152 habitantes/km<sup>2</sup>. para el año 2002.

El Centro de Salud, en Indicadores Básicos de Salud 2004, reporta una densidad de población de: 161.672414 habitantes/km<sup>2</sup>.

### **Número de viviendas:**

6,960 (base de datos OMP 2006)

6,940 (INE, censo 2005)

6,500 (diagnóstico municipal 2002-2005 Oficina Agroforestal)

### Centro de Salud, Indicadores Básicos, 2005:

Atención al medio ambiente	Urbano	Rural	Total
No. total de viviendas	254	6588	6842

### Número de Aldeas:

1 pueblo, 29 aldeas (Diccionario Geográfico Nacional y base de datos OMP 2005 en sección de diagnóstico municipal)

28 aldeas (base de datos OMP 2004, sección demográfica)

### Caseríos:

57 caseríos (Diccionario Geográfico Nacional)

82 caseríos (base de datos OMP 2004, sección demográfica)

78 caseríos (Diagnóstico General de la Oficina Agroforestal de Camotán.)

85 caseríos (Diagnóstico Municipal de Asociación Participa 2002, brindada por UTM.)

A continuación se presenta un cuadro de proyecciones elaborado con base en la información proporcionada por el INE.

**Tabla I. Proyección de población total, período 2002-2007  
Municipio de Camotán**

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Total municipio</b>	36,226	37,874	39,598	41,399	43,283	45,252

## **Población urbana**

En la proyección elaborada, se observa un ritmo de crecimiento del 6%. La población urbana del municipio para el año 2002, de acuerdo con el INE, es de 2,174 habitantes hasta alcanzar los 2,730 en el 2007.

## **Tasa de crecimiento poblacional**

La tasa de crecimiento poblacional que registra el Censo de población 2007, para el municipio de Camotán es de 4.64 %, reportándose como una de las mayores tasas del departamento, el cual indica que hay un crecimiento poblacional incrementado en los últimos años, debido a diferentes factores de reproducción y poca migración de la población.

## **1.2 Principales necesidades del municipio**

### **1.2.1 Vías de acceso**

#### **Transporte terrestre**

Para transportarse de la cabecera municipal a las aldeas, se utiliza vehículos tipo pick-up de doble tracción. La mayoría de las carreteras son de terracería, por lo que en invierno se encuentran en mal estado.

Existe servicio de transporte extraurbano de la cabecera municipal a “El Florido”, frontera con la república de Honduras, sirviendo a las aldeas: Caparjá, La Libertad, Shupá, Lelá Chancó, Lelá obraje, Brasilar. Esta carretera es asfaltada y se encuentra en buen estado.

El municipio de Camotán cuenta con una pista de aterrizaje para el transporte aéreo, ubicado en la aldea Caulotes.

## **1.2.2 Alteración del recurso hídrico por aguas negras.**

### **Evacuación de excretas y aguas servidas**

En las aldeas y caseríos de Camotán, el sesenta por ciento (**60%**) de la población que equivale a 21,736 habitantes realizan la evacuación de sus excretas en campo abierto y en un 95 % de las viviendas; las aguas servidas son depositadas en el patio de la casa sin tratamiento específico, lo que provoca la proliferación de vectores.

En invierno, la escorrentía superficial genera el arrastre de sólidos (heces fecales y otros volúmenes contaminantes) a los ríos y fuentes de abastecimiento de agua, provocando la alteración del recurso hídrico y con ello la proliferación de enfermedades producidas por dicha contaminación. En verano también puede provocar serias enfermedades a través de los insectos, en especial de “la mosca”.

Existen caseríos en donde la totalidad de viviendas no cuenta con letrinas. La mala calidad del agua, la inadecuada evacuación de las excretas y aguas servidas, es la causa de muchas enfermedades en las comunidades rurales cuyos riesgos se pueden reducir con promoción de educación sanitaria y la ejecución de proyectos de saneamiento básico.

## 2. DISEÑO TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA

### 2.1 Estudio topográfico

La información topográfica necesaria para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso del teodolito y del equipo que lo complementa, como el estadal, el trípode y un nivel manual, etc.

El levantamiento consiste en una poligonal abierta formada por ángulos orientados a un mismo norte y distancias con estaciones intermedias a cada 20 metros.

Se empleó el método de conservación de azimut, y se utilizó un nivel de mano para medir las secciones transversales en cada estación; los resultados y análisis se presentan en el punto 3.

Se realizarán los trabajos de topografía tales como **planimetría y altimetría**, actividades que se ejecutaran luego de determinar una ruta; su importancia es primordial, ya que cualquier error repercute en el diseño.

### **PLANIMETRÍA**

Abarca todos los trabajos efectuados para obtener la representación gráfica de un terreno, proyectado sobre un plano horizontal; por lo tanto, la planimetría está en dos dimensiones.

Los trabajos se realizarán a través de un levantamiento de poligonal abierta utilizando el método de conservación del azimut, con orientación de estación a estación de  $180^{\circ}$ , debido a que este método tiene más ventajas que ofrecer.

Se determinó el norte magnético, definiéndolo como punto de partida. Centrado y nivelado el teodolito, se procede a determinar el ángulo entre estaciones y la distancia entre ellas.

## **ALTIMETRÍA**

Son todos los trabajos que se realizan para obtener la información necesaria y así representar el terreno en una tercera dimensión; generalmente se le llama a estos trabajos “nivelación”.

El trabajo de nivelación consistió en obtener información altimétrica de la línea central, en la que se colocaron estaciones a cada 10 m., la topografía del terreno que es muy accidentada, requirió de nivelaciones a cada 15 y 20 m. en algunos casos.

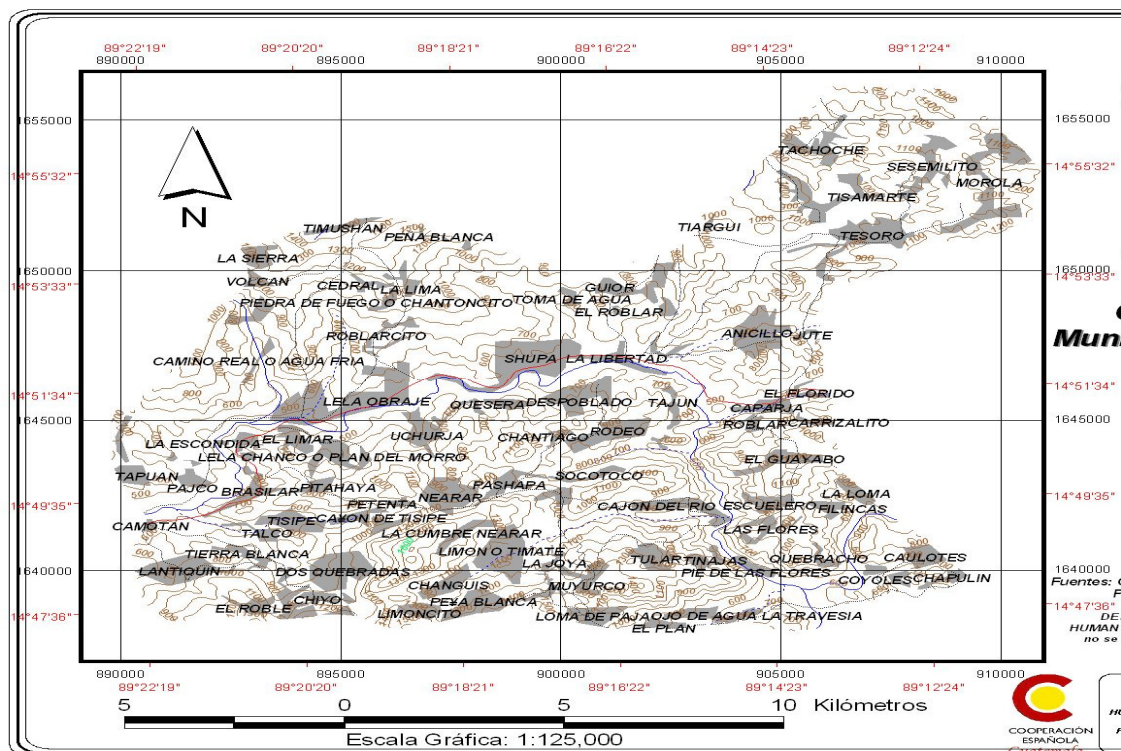
Después de nivelar el eje central, se trabajan las secciones transversales, seccionando a cada 20 m., sobre dicho eje, cuando fuera posible; esto con el propósito de determinar el volumen de corte y relleno.

## **2.2 Estudio de suelos**

Por ser un terreno montañoso, el proyecto se desarrolla a base de trazos con tránsito, nivelaciones con nivel fijo y seccionamientos, para proyectar y definir los volúmenes y cantidades de material a remover.



**Figura 2. Mapa con las Aldeas del municipio de Camotán**



Los desafíos más grandes en la selección de ruta en zonas montañosas, como el caso actual es: vencer los desniveles y atravesar las quebradas; por lo tanto, se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones en el trazado:

- I. Cuando los puntos a enlazar están en el fondo de un valle, no es aconsejable hacer la ruta por el fondo debido a los problemas que pueden causar las inundaciones, es preferible hacer el trazo sobre las laderas de las montañas.
- II. Si los puntos están sobre la misma falda, uno en el fondo del valle y otro en una meseta; si la pendiente es baja, entonces mantenerla, pero si la pendiente es alta, se debe descender

con una pendiente menor que la máxima, hasta el fondo del valle y seguir en ladera al final.

Para el caso del camino a la aldea Cajón del Río se realizó un estudio detallado de muestras de suelo, sin embargo se determinó, previo a rectificar la línea central existente, que el material que tiene un mayor porcentaje de presencia es la arcilla, concluyendo que el material es adecuado para la realización de las reparaciones necesarias, debido a que la arcilla tiene un bajo grado de permeabilidad.

### **2.3 Descripción del proyecto**

La aldea Cajón del Río se encuentra a 17 Km. de distancia de la cabecera municipal. El promedio de personas que conforman una familia es de 6 a 8 individuos. Las viviendas son propias, no se encontró ningún habitante que esté arrendando o alquilando algún inmueble.

En lo que a agua y saneamiento se refiere, las viviendas existentes no cuentan con una red de agua domiciliar y un porcentaje bastante bajo de viviendas cuenta con letrinas tipo “pozo ciego”. En lo que se refiere a organización comunitaria, existe un consejo comunitario de desarrollo rural que tiene representantes de esta aldea junto a sus caseríos.

En infraestructura vial, la comunidad cuenta con 3 Km. de carretera asfaltada y 14 Km. de terracería; este es el problema que aqueja a los habitantes de este lugar debido a que la Aldea en mención se encuentra en la colina de una montaña y su clima local es bastante húmedo.

Se pueden encontrar diversas escorrentías que dañan el caminamiento hacia la Aldea, formándose zanjas de gran profundidad, así como el descubrimiento de rocas demasiado grandes para su remoción, y ya que es el único lugar donde se cuenta con los derechos de paso, es necesario y vital darle mantenimiento a esta vía con la inclusión de una propuesta que ayude a que las escorrentías en mención no dañen la vía, tomando en cuenta que el daño producido por éstas, hace que la carretera se encuentre en un estado aceptable por muy poco tiempo.

Se deben incluir reformas al mantenimiento típico, para lo cual se propone una diversidad de elementos viables, funcionales y bajos en costos: como por ejemplo, elaborar fraguados en las pendientes más inclinadas, así mismo una inclinación en la ruta para hacer funcional el uso de cunetas (con la diferencia que la inclinación sea sólo para un lado), siendo ésta la que tenga a su favor la inclinación o pendiente de la montaña para evitar empozamientos en el lado que está contra-posicionado; Logrando con esto, la disminución de grietas y aberturas que son el gran rival a vencer en dicho tramo carretero.

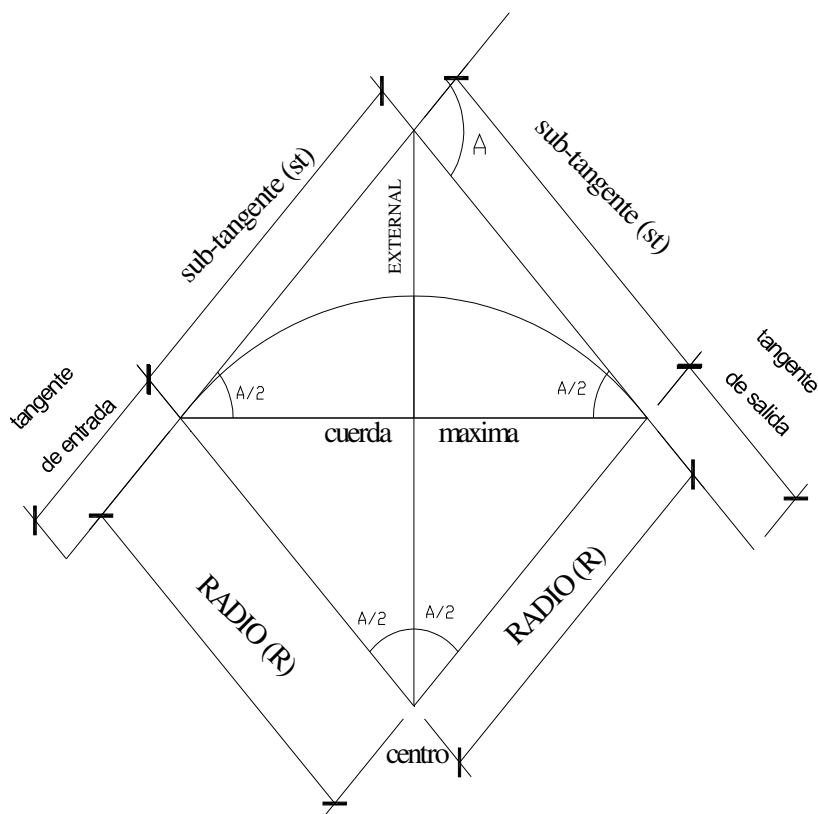
La vía en mención tiene 4 años de no recibir mantenimiento, por lo que su estado actual es bastante deteriorado, logrando acceder a la Aldea, únicamente con vehículo de doble tracción.

Asímismo, los habitantes de la aldea de Cajón del Río han solicitado una apertura formal de un tramo carretero que en la actualidad es una brecha realizada a mano por los mismos habitantes de la localidad, debido a que ésta, conduce a la escuela nacional que se encuentra en la región; beneficiando así a los habitantes locales y vecinales (como por ejemplo los habitantes del caserío Plan del Bordo, que se encuentra a 600 mts. de la escuela en mención).

## 2.4 Componentes de una carretera

La sección transversal de una carretera está definida por los siguientes componentes: corona, cunetas, taludes, contra cunetas, terreno comprendido dentro del derecho de vía, y las partes complementarias. Asimismo se hace necesario mencionar los elementos que contiene una curva circular simple, tales como: **radio**, **subtangente**, **cuerda máxima**, **ordenada media** y **external**.

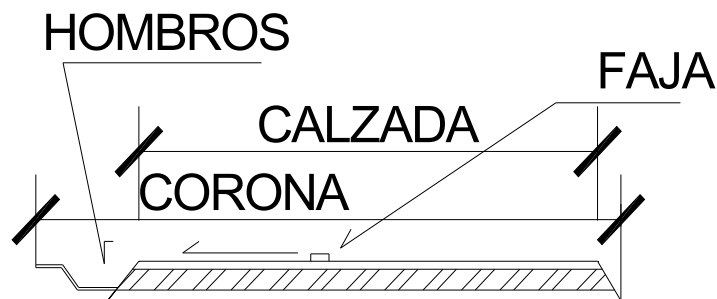
Figura 3. Elementos de las curvas circulares simples



**Tabla II. Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central**

Tipo de carretera	Anchos de			
	Corona (m)	Calzada (m)	Hombros (m)	Faja Separadora Central (m)
E	4	4	-	-
D	6	6	-	-
C	7	6	0.5	-
B	9	7	1	-
(A2)	12	7	2.5	-
A	22 minimo	2*7.0	Ext. Int.	1.0 minimo
(A48)	2*11	2*7.0	3.00 .50	8.0 minimo
			3.00 1.00	

Fuente: Normas de Servicio Técnicos, Proyectos Geométricos Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México, 1984.



**Corona:** está definida por la calzada y los hombros con su pendiente transversal, y en su caso, la faja que separa el centro.

En las tangentes del alineamiento horizontal, el ancho de la corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el que se especifica a continuación:

En curvas y transiciones del alineamiento horizontal, el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos, y en caso extremo también de la faja que separa el centro.

**Calzada:** el ancho de la calzada deberá ser; en tangente del alineamiento horizontal, el que se especifica en la tabla II.

En tangentes y curvas horizontales para carreteras de tercer orden, el ancho de la calzada no requiere ampliación por curvatura horizontal. Sin embargo es necesario ampliar el ancho de la calzada formando una bahía de paso, para permitir el paso simultáneo a dos vehículos. Estas bahías de paso se espaciarán a una distancia de doscientos cincuenta metros, o hasta donde permita la tangente; para este diseño el ancho de calzada es de 5.50 m., el mismo que el ancho de corona, esto según lo especificado por el Libro Azul de Caminos en su sección 152 edición 2000, para caminos vecinales.

**Hombros:** el ancho de los hombros deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la tabla. En este caso, no se contempló ancho de hombros, por ser un camino vecinal.

**Pendiente transversal:** en tangentes del alineamiento horizontal, el bombeo de la corona deberá ser:

1. Menor que el 2% en carreteras tipo “A,B,C,y D”, pavimentadas.
2. Menor que el 3% en carreteras tipo “D” y caminos vecinales, revestidas o el terreno. (Es el caso del camino que se desea reparar hacia la aldea Cajón del Río).

**Taludes:** los taludes están definidos por su inclinación, expresada numéricamente por el recíproco de la pendiente.

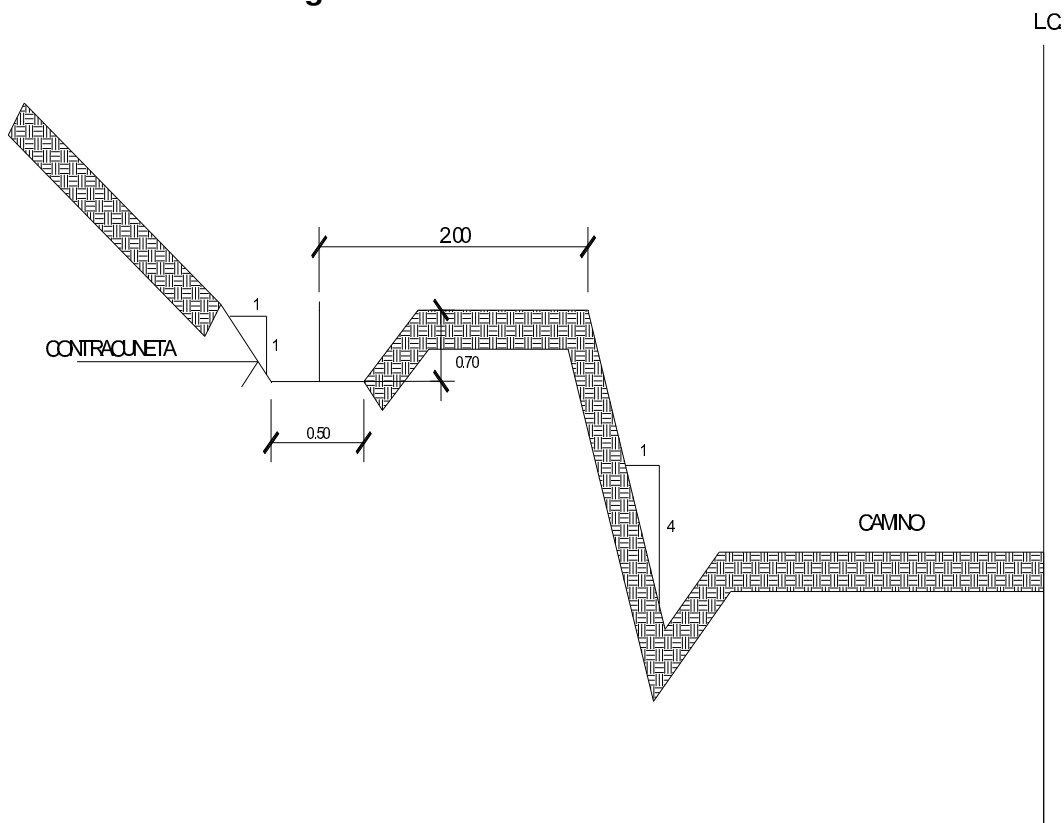
- a. El talud de la sección transversal en relleno deberá ser de uno y medio a uno (1.5:1), pudiendo tener una inclinación diferente, si el ingeniero residente lo decide.
  
- b. La incidencia que tuvo la topografía del terreno en mención hacia el diseño final, fue la que marcó el tipo de taludes que se va utilizar.

**Cunetas:** las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

- a. **Ancho:** el ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta deberá ser de un metro.
  
- b. **Taludes:** el talud interno de la cuneta deberá ser de dos a uno (2:1), el talud externo de la cuneta será el correspondiente al corte.

**Contracunetas:** son zanjas que se hacen en lugares convenientes, evitando que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada; las contracunetas serán generalmente, de forma trapezoidal, y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad, taludes, utilización, ubicación, y dimensiones que estarán sujetas a los estudios de drenaje, pero, debido al caso en particular presentado, no se diseñó, ya que es un camino vecinal.

**Figura 4. Detalle contracuneta.**



**Obras complementarias:** las obras complementarias de la sección transversal, tales como bordillos, bahías de paso, banquetas, defensas y dispositivos para el control del tránsito, se deben incluir en el proyecto, por la importancia y prioridad que representan las mismas.

**El derecho de vía:** el derecho de vía está definido por su ancho y su longitud. El ancho del derecho de vía es variable, según el orden de la carretera. Para este caso en particular se reservó un espacio de aproximadamente de siete metros.



## 2.5 Especificaciones de construcción para carretera

**Tabla III. Tabla de especificaciones**

Velocidad de diseño (km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte Máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de curva	Radio (m)		Grado de curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38°12"	26.2	25	45°50"
40	0.17	50.4	50	22°55"	46.7	45	25°28"
50	0.16	82.0	80	14°19"	75.7	75	15°17"
60	0.15	123.2	120	9°33"	113.4	115	9°58"
70	0.14	175.4	175	6°33"	160.8	160	7°10"
80	0.14	229.1	230	4°59"	210.0	210	5°27"
90	0.13	303.7	305	3°46"	277.3	275	4°10"
100	0.12	393.7	395	2°54"	357.9	360	3°11"
110	0.11	501.5	500	2°17"	453.7	455	2°31"
120	0.09	667.0	665	1°43"	596.8	595	1°56"

**Tabla IV. Características geométricas  
parámetros recomendados por aashto**

R (m)	Vd=30 km/h			Vd=40 km/h			Vd=50 km/h			Vd=60 km/h			Vd=70 km/h			Vd=80 km/h			Vd=90 km/h			Vd=100 km/h			Vd=110 km/h		
	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	2.1	61	92			
2500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	50	75	2.2	56	84	2.5	61	92			
2000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.7	56	84	3.1	61	92
1500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.9	50	75	3.5	56	84	4.1	61	92
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.1	50	75	3.8	56	84	4.3	61	92
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.3	50	75	4.0	56	84	4.6	61	92
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	3.0	44	66	3.6	50	75	4.3	56	84	5.0	61	92
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.9	39	59	3.5	44	66	4.2	50	75	5.1	56	84	5.9	61	92
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.2	39	59	3.9	44	66	4.6	50	75	5.6	56	84	6.4	61	92
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.5	39	59	4.3	44	66	5.1	50	75	6.2	56	84	7.1	61	92
700	SN	0	0	SI	22	33	2.3	28	42	3.1	33	50	4.0	39	59	4.8	44	66	5.8	50	75	6.9	56	84	8.0	69	103
600	SN	0	0	SI	22	33	2.7	28	42	3.6	33	50	4.5	39	59	5.5	44	66	6.5	50	75	7.8	62	94	9.0	77	116
500	SN	0	0	2.3	22	33	3.1	28	42	4.2	33	50	5.3	39	59	6.4	46	69	7.6	57	86	8.9	71	107	9.9	85	127
400	SI	17	26	2.8	22	33	3.8	28	42	5.0	33	50	6.3	41	62	7.5	54	81	8.8	67	100	9.8	78	117	Rmin = 456		
300	2.2	17	26	3.6	22	33	4.8	28	42	6.3	38	57	7.8	51	77	9.0	65	97	9.9	75	112	Rmin = 360					
250	2.6	17	26	4.2	22	33	5.6	30	45	7.1	43	64	8.7	57	86	9.7	70	105	Rmin = 275								
200	3.1	17	26	5.0	26	39	6.6	36	53	8.2	49	74	9.6	63	94	Rmin = 210											
175	3.5	17	26	5.6	29	43	7.1	38	58	8.8	53	79	9.9	65	97												
150	4.0	19	29	6.2	32	48	7.8	42	63	9.4	57	85	Rmin = 160														
140	4.3	21	31	6.4	33	49	8.1	44	66	9.6	58	87															
130	4.5	22	32	6.7	34	52	8.5	46	69	9.8	59	88															
120	4.8	23	34	7.0	36	54	8.8	48	71	10.0	60	90															
110	5.1	24	37	7.4	38	57	9.1	49	74	Rmin = 115																	
100	5.5	26	40	7.7	40	59	9.5	51	77																		
90	5.9	28	42	8.2	42	63	9.8	53	79																		
80	6.4	31	46	8.6	44	68	10.0	54	81																		
70	6.9	33	50	9.1	47	70	Rmin = 75																				
60	7.5	36	54	9.6	49	74																					
50	8.2	39	59	10.0	51	77																					
40	9.1	44	65	Rmin = 45																							
30	9.9	47	71																								
	Rmin = 25																										

$e_{max} = 10.0\%$   
R = Radio de curva  
V = Velocidad de diseño  
e = Tasa de superelevación  
L = Longitud mínima de transición  
SN = Sección Normal  
SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal  
C = Carriles  
**CIFRAS REDONDEADAS**

Tomando como referencia el Libro Azul de Caminos, edición del 2000, para adoptar términos y referencias de criterio de diseño, para este caso en particular, se utilizó las normas correspondientes a una carretera tipo “G”, y donde no fuera posible se adecuó a las normas y criterios de una carretera tipo “F”, los parámetros que caracterizan a este tipo de carretera son los siguientes:

- Tráfico promedio diario (t.p.d.) de 0 a 100.
- Velocidad de diseño: la velocidad de diseño disminuye conforme el terreno cambia, de plano a ondulado y montañoso. Así se ha seleccionado la velocidad de 20 k.p.h.
- Ancho de calzada de 4.00 mts.
- Ancho de terracería \_\_\_\_\_ Corte 9.50 mts.
- \_\_\_\_\_ Relleno 8.50mts.
- Derecho de vía 15.00 mts.
- Radio mínimo de 18.00 mts.
- Pendiente: la pendiente máxima, para una velocidad de diseño de 20.00 k.p.h., es de 14%. La pendiente máxima permisible, debe aplicarse únicamente en tramos cortos. Se recomienda que los tramos en mención no sean mayores de 100 mts., utilizando únicamente cuando no se tenga otra alternativa. En este caso debe fraguarse la superficie de rodadura; todo esto con la finalidad de que los vehículos no resbalen, teniendo su máximo esfuerzo cuando la superficie se encuentre mojada y su clima dominante sea lluvioso. El empedrado deberá juntarse para pendientes mayores de 15%.

Cuando se tenga tramos largos y en corte, es recomendable colocar una pendiente mínima de 0.05% para facilitar el drenaje en el sentido longitudinal.

- Distancia de visibilidad de parada \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Mínima de 20.00 mts.  
 \_\_\_\_\_ Recomendada de 25.0 mts
- Distancia de visibilidad de paso \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Mínima de 50.00 mts.  
 \_\_\_\_\_ Recomendada de 100.00 mts

## ESPECIFICACIONES PARA CAMINOS DE PENETRACIÓN

### SECCIÓN TÍPICA "G"

Tabla V. Para secciones típicas g

C	RADIO	20 K.P.H			30 K.P.H			40 K.P.H		
		DB = 7			DB = 8			DB = 8		
		e %	LS	$\Delta$	e %	LS	$\Delta$	e %	LS	$\Delta$
1''	1145.92	0.2	11	0.6	0.5	17	0.8	0.8	22	1.1
2''	572.96	0.4	11	1.1	0.9	17	1.7	1.6	22	2.2
3''	381.97	0.6	11	17.0	13.0	17	2.5	2.3	22	3.3
4''	286.48	0.8	11	2.2	17.0	17	3.3	3.0	22	4.4
5''	229.18	1.0	11	2.8	2.1	17	4.2	3.7	22	5.6
6''	190.99	1.2	11	3.3	2.5	17	5.0	4.4	22	6.7
7''	163.70	1.3	11	3.9	2.9	17	5.8	5.0	22	7.8
8''	143.24	1.5	11	4.4	3.3	17	6.7	5.5	22	8.9
9''	127.32	1.7	11	5.0	3.7	17	7.5	6.1	22	10.0
10''	114.59	1.9	11	5.6	4.0	17	8.3	6.6	22	11.1
11''	104.17	2.1	11	6.1	4.4	17	9.2	7.0	22	12.2
12''	95.49	2.2	11	6.7	4.7	17	10.0	7.5	22	13.3
13''	88.15	2.4	11	7.2	5.0	17	10.8	7.9	22	14.4
14''	81.85	2.6	11	7.8	5.4	17	11.7	8.2	23	16.3
15''	76.39	2.7	11	8.3	5.7	17	12.5	8.6	24	18.1
16''	71.72	2.9	11	8.9	6.0	17	13.3	8.9	25	20.0
17''	67.41	3.1	11	9.4	6.2	17	14.2	9.1	26	21.9
18''	63.66	3.2	11	10.0	6.5	17	15.2	9.4	26	23.7
19''	60.31	3.4	11	10.6	6.8	18	16.7	9.5	27	25.6
20''	57.30	3.6	11	11.1	7.0	18	18.2	9.7	27	27.4
21''	54.57	3.7	11	11.7	7.3	19	19.8	9.8	28	29.1

Continúa		20 K.P.H			30 K.P.H			40 K.P.H		
C	RADIO	DB = 7			DB = 8			DB = 8		
		e %	LS	Δ	e %	LS	Δ	e %	LS	Δ
22''	52.09	3.9	11	12.2	7.5	19	21.4	9.9	28	30.8
23''	49.82	4.0	11	12.8	7.7	20	23.0	10.0	28	32.3
24''	47.75	4.2	11	13.3	7.9	21	24.7	10.0	28	33.8
25''	45.84	4.3	11	13.9	8.1	21	26.4			
26''	44.07	4.5	11	14.4	8.3	22	28.1			
27''	42.44	4.6	11	15.0	8.5	22	29.8			
28''	40.93	4.8	11	15.9	8.7	22	31.5			
29''	39.51	4.9	12	17.0	8.8	23	33.2			
30''	38.20	5.1	12	18.0	9.0	23	34.9			
31''	36.97	5.2	12	19.2	9.1	24	36.7			
32''	35.81	5.3	13	20.3	9.3	24	38.4			
33''	34.73	5.5	13	21.5	9.4	24	40.1			
34''	33.70	5.6	13	22.6	9.5	25	41.8			
35''	32.74	5.7	14	23.8	9.6	25	43.4			
36''	31.83	5.9	14	25.1	9.7	25	45.1			
37''	30.97	6.0	14	26.3	9.8	25	46.7			
38''	30.16	6.1	15	27.6	9.8	25	48.3			
39''	29.38	6.2	15	28.9	9.9	26	49.8			
40''	28.65	6.4	15	30.2	9.9	26	51.4			
41''	27.95	6.5	15	31.6	10.0	26	52.8			
42''	27.28	6.6	15	32.9	10.0	26	54.3			
43''	26.65	6.7	16	34.3	10.0	26	55.6			
44''	26.09	6.8	16	35.7						
45''	25.47	6.9	16	37.1						
46''	24.91	7.0	17	38.5						
47''	24.58	7.1	17	39.9						
48''	23.87	7.2	17	41.4						
49''	23.39	7.3	17	42.8						
50''	22.92	7.4	18	44.3						
51''	22.47	7.5	18	45.8						
52''	22.04	7.6	18	47.5						
53''	21.62	7.7	18	48.8						
54''	21.22	7.8	19	50.1						
55''	20.87	7.9	19	51.8						
56''	20.46	8.0	19	53.4						
57''	20.10	8.1	19	54.9						
58''	19.76	8.2	19	56.5						
59''	19.42	8.3	20	58.0						
60''	19.70	8.4	20	59.6						
61''	18.79	8.4	20	61.2						
62''	18.48	8.5	20	62.7						
63''	18.19	8.6	20	64.3						
64''	17.91	8.7	21	65.9						
65''	17.63	8.7	21	67.5						
66''	17.36	8.8	21	69.1						
67''	17.10	8.9	21	70.7						
68''	16.85	8.9	21	72.2						

- **Curvatura:** el grado de curvatura tiene un valor de carácter limitativo y por tanto su utilización no es rutinaria, porque llevaría a proyectos de baja calidad. Si se tiene varias alternativas de trazo, se elige aquella que sin elevar los costos de construcción, permite aplicar menores grados de curvatura.
- **Corona:** el ancho de corona es de 4.00 mts., con una capa de rodadura de 3.60 m.
- **Bombeo:** es la pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación de agua sobre la superficie de rodamiento. El bombeo apropiado es aquel que permite un drenaje suficiente de la corona con la mínima pendiente; para ello, es necesaria una pendiente transversal de 3% como mínimo hacia ambos lados del eje tangente y en un solo sentido en las curvas que resulten según la sobreelevación.
- **Sobreelevación:** la sobreelevación máxima en las curvas horizontales es del 10%.
- **Curvas verticales:** la longitud mínima de curvas verticales es de dos estaciones de 20.0 mts., sin embargo como la mayoría de caminos rurales son de un solo carril, la curvatura vertical en cresta está dada en función de la visibilidad, distancia de frenado, etc. La aplicación de normas rígidas puede encarecer los costos de los caminos, por lo que para el proyecto de curvas verticales, se debe tener en cuenta la razonable seguridad.

- **Tránsito promedio diario:** las especificaciones son dadas para un tránsito de hasta 100 vehículos diarios. Este camino por lo tanto estará en su capacidad, ya que tiene un tránsito menor.

## **2.6 Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras es el corte, remoción, utilización, disposición de los materiales extraídos en los cortes, incluyendo el de préstamo y desperdicio; comprende también, la construcción de terraplenes, conformación, compactación, y acabado de todo el trabajo de terracería.

El movimiento de tierras depende directamente del diseño de la subrasante de la carretera e influye grandemente en el costo de la misma; puede variar de volúmenes de cientos metros cúbicos a mover en terrenos planos, a miles de metros cúbicos en terrenos montañosos.

En la mayoría de los casos, el criterio técnico y el económico se encuentran en contradicción, pero en el caso presente, que se trata de un camino rural, ambos deben contribuir a la obtención de una ruta de acceso transitable en toda época del año, el cual será el objetivo que predominara sobre los anteriores.

## **2.7 Maquinaria a utilizar**

Para este caso en especial, se utilizará una compactadora marca “Rodillo CAT CS 533D, año 2001, motor Caterpillar 3116 TA de 153 HP., compactador de suelo vibratorio de 10 Ton. de peso de operación, equipado con tambor liso y cabina cerrada” y una retroexcavadora (**mano de mica**) modelo retroexcavadora caterpillar 416c, año 2000, 4x4, que se utilizaran en la reparación y apertura del tramo carretero.

## **2.8 Elementos de un tramo carretero**

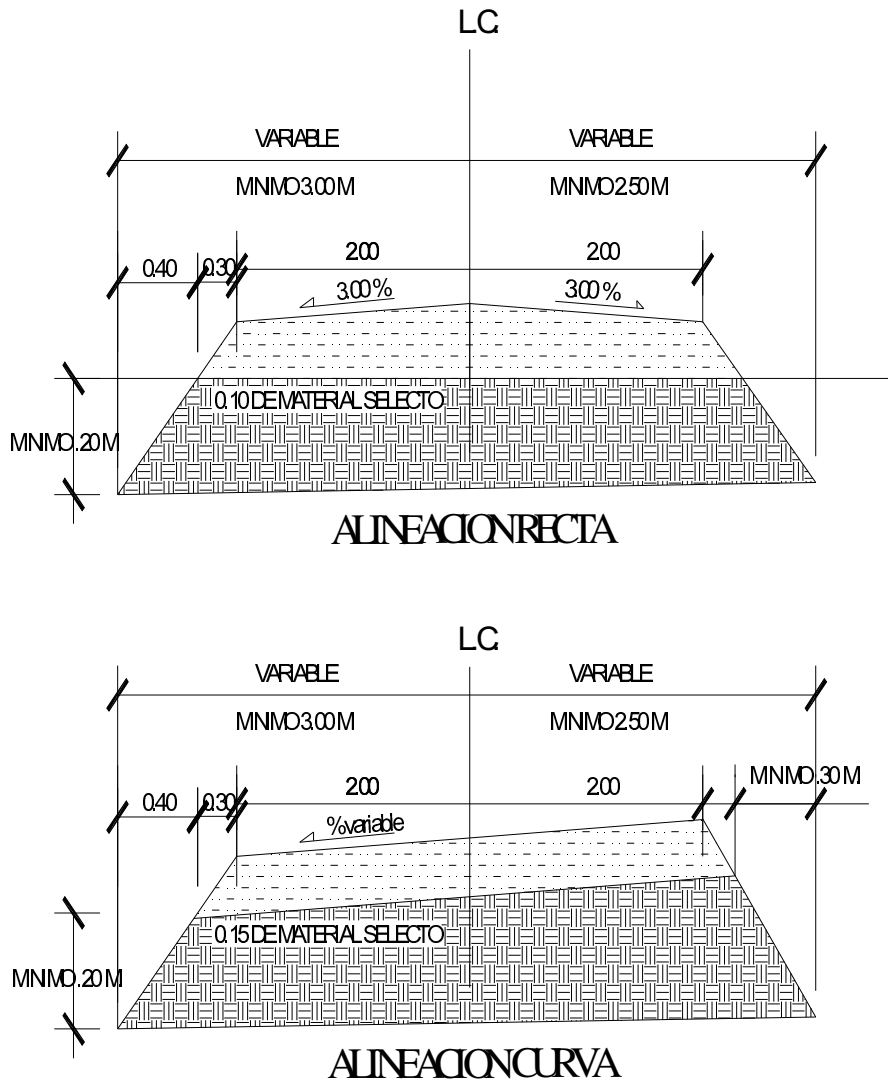
Son los que componen el diseño de una carretera, como: secciones típicas, pendientes, ancho de rodadura, tangentes, drenajes y material balasto.

### **2.8.1 Secciones típicas**

Por medio de las secciones típicas se podrá determinar la topografía de la “calzada del terreno” que se necesita para lograr un diseño apropiado. En las estaciones de la línea central se trazaron perpendiculares a cada 20 metros. La longitud de las secciones transversales variaron según el criterio del topógrafo y la viabilidad del tramo que se estaba midiendo, haciendo la anotación de que en este tramo lo que se pretende es reparar y no aperturar una vía, ya que para dicho proyecto únicamente se aperturara un tramo de aproximadamente 550 m.



**Figura 5. Secciones típicas**



### 2.8.2 Drenajes

El drenaje tiene la finalidad de desalojar el agua que inevitablemente llega a las alcantarillas y evitar que se estanque en la corona de la carretera. Toda el agua que caiga en exceso a la carretera tiene dos orígenes: pluvial o de corrientes superficiales, ríos ó quebradas.

El agua de escorrentía superficial por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular a su trazo, por lo que se utiliza para esto, drenaje transversal, según el caudal que se presente.

El agua pluvial debe encauzarse hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada en sentido transversal. A ésta se le llama “bombeo normal” y generalmente es del 3%

El objetivo fundamental del drenaje en los caminos, es reducir al mínimo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al tramo carretero y pueda perjudicarlo.

Al drenaje se le ha denominado también como “obras de arte”, clasificándose de la siguiente forma:

		Transversal.
Obras de arte	_____	Longitudinal.
		Subdrenaje.

### **2.8.3 Material balasto**

Se le llama “material balasto” al material selecto que se coloca sobre la subrasante con que termina una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura, el cual debe cumplir con ciertas condiciones que serán expuestas luego de realizar la memoria de calculo.

### 3. CÁLCULOS NUMÉRICOS PARA TRAMO CARRETERO

#### 3.1 Cálculos de diseño

A continuación se muestra un detalle numérico de los resultados anotados en la libreta topográfica.

**Tabla VI. Libreta topográfica calculada**

			LINEA CENTRAL DE LA CARRETERA										
Est.	P.O	Azimut	Inclinada	Conversión	Sen(con)2	Cos(con)	H.S.	H:M	H.I.	h.i	D.H	C.T.d Es	C.T. TOTAL
44	45	169°39'36"	87.455	1.526	0.998	0.044	1.700	1.460	1.220	1.500	47.905	2.167	1000.000
45	46	120°22'18"	101.237	1.767	0.962	-0.195	1.200	0.800	0.400	1.520	76.960	14.277	985.723
46	47	147°27'54"	101.277	1.768	0.962	-0.196	0.850	0.720	0.590	1.520	25.004	-4.090	981.634
47	48	265°57'06"	98.100	1.712	0.980	-0.141	1.300	1.010	0.720	1.480	56.846	-7.540	974.094
48	49	212°07'50"	90.425	1.578	1.000	-0.007	1.400	1.000	0.600	1.220	79.992	-0.374	973.720
49	50	193°08'18"	94.100	1.642	0.995	-0.072	1.380	1.150	0.920	1.440	45.765	-2.982	970.738
50	51	71°52'12"	90.408	1.578	1.000	-0.007	0.870	0.550	0.230	1.470	63.994	0.464	971.202
51	52	25°30'06"	91.837	1.603	0.999	-0.032	1.400	1.200	1.000	1.350	39.956	-1.131	970.071
52	53	341°52'20"	92.895	1.621	0.997	-0.051	1.350	1.100	0.850	1.440	49.870	-2.179	967.892
53	54	315°10'42"	96.455	1.683	0.987	-0.112	0.600	0.470	0.340	1.440	25.671	-1.916	965.976
54	55	34°40'54"	93.252	1.628	0.997	-0.057	1.400	1.130	0.860	1.390	53.826	-2.793	963.183
55	56	342°09'06"	98.075	1.712	0.980	-0.140	1.100	0.740	0.380	1.450	70.574	-9.204	953.979
56	57	46°14'20"	90.559	1.581	1.000	-0.010	2.000	1.650	1.300	1.390	69.993	-0.943	953.036
57	58	19°00'59"	98.916	1.726	0.976	-0.155	0.500	0.390	0.280	1.360	21.472	-2.358	950.678
58	59	347°13'28"	101.541	1.772	0.960	-0.200	0.800	0.550	0.300	1.420	47.999	-8.733	941.944
59	60	24°51'36"	103.496	1.806	0.946	-0.233	1.100	0.800	0.500	1.480	56.730	12.560	929.384
Est.	P.O	Azimut	Inclinada	Conversión	Sen(con)2	Cos(con)	H.S.	H:M	H.I.	h.i	D.H	C.T.d Es	C.T. TOTAL
60	61	328°50'48"	102.457	1.788	0.953	-0.216	1.100	0.790	0.480	1.490	59.115	12.051	917.333
61	62	294°06'54"	93.543	1.633	0.996	-0.062	0.940	0.710	0.480	1.460	45.824	-2.082	915.251
62	63	257°53'26"	96.268	1.680	0.988	-0.109	1.000	0.750	0.500	1.510	49.405	-4.634	910.617
63	64	338°10'02"	95.967	1.675	0.989	-0.104	1.000	0.740	0.480	1.510	51.438	-4.577	906.040
64	65	352°24'00"	93.714	1.636	0.996	-0.065	1.000	0.790	0.580	1.420	41.824	-2.079	903.961
65	66	320°56'34"	95.120	1.660	0.993	-0.089	0.800	0.630	0.460	1.420	33.760	-2.223	901.738
66	67	123°39'30"	93.213	1.627	0.997	-0.056	0.900	0.610	0.320	1.430	57.818	-2.421	899.317
67	68	152°36'10"	97.723	1.706	0.982	-0.134	1.500	1.200	0.900	1.480	58.914	-7.637	891.680

68	69	132°45'50"	93.659	1.635	0.996	-0.064	1.500	1.250	1.000	1.490	49.795	-2.938	888.742
69	70	160°47'50"	96.191	1.679	0.988	-0.108	1.700	1.450	1.200	1.500	49.415	-5.279	883.463
		Continua											
<b>Est.</b>	<b>P.O</b>	<b>Azimut</b>	<b>Inclinada</b>	<b>Conversión</b>	<b>Sen(con)2</b>	<b>Cos(con)</b>	<b>H.S.</b>	<b>H:M</b>	<b>H.I.</b>	<b>h.i</b>	<b>D.H</b>	<b>C.T.d Es</b>	<b>C.T. TOTAL</b>
70	71	185°39'48"	92.838	1.620	0.998	-0.050	0.610	0.500	0.400	1.520	20.948	-0.017	883.445
71	72	142°54'40"	90.259	1.575	1.000	-0.005	1.350	1.080	0.810	1.470	54.000	0.145	883.591
72	73	160°03'50"	94.697	1.653	0.993	-0.082	1.440	1.100	0.760	1.490	67.544	-5.141	878.450
73	74	158°29'17"	94.751	1.654	0.993	-0.083	1.230	0.700	0.170	1.500	105.272	-7.920	875.671
74	75	186°53'13"	105.969	1.850	0.924	-0.275	1.800	1.600	1.400	1.530	36.972	10.242	865.429
75	76	207°06'09"	89.778	1.567	1.000	0.004	1.700	1.440	1.180	1.510	51.999	0.272	865.701
76	77	196°57'20"	100.361	1.752	0.968	-0.180	0.700	0.520	0.340	1.500	34.836	-5.285	860.415
77	78	138°20'12"	92.680	1.618	0.998	-0.047	0.950	0.680	0.410	1.470	53.882	-1.729	858.686
78	79	164°21'16"	81.693	1.426	0.979	0.144	2.000	1.560	1.120	1.520	86.163	12.409	871.094

Dada la topografía y los cálculos de la carretera a realizar se aconseja que el material balasto cumpla con los siguientes requisitos:

- Debe de ser de calidad uniforme y exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.
- Debe tener un peso unitario suelto no menor de 80 libras/pie cúbico.
- El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa a utilizar y en ningún caso debe ser mayor de 10 cm.
- La capa de balasto a colocarse sobre la subrasante no debe ser menor a 10 cm. de espesor.
- La porción del balasto retenida en el tamiz No. 4 (4.75mm) debe estar comprendida entre el 30% y 70% en peso.

- La porción del balasto que pase el tamiz No. 40 (0.425mm) debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.
- La porción de balasto que pase el tamiz No. 200 (0.075) no debe exceder de 25% en peso de su volumen total.
- El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles no debe exceder del 50%.
- La colocación del balasto debe hacerse en capas no mayores a los 25 cm., y compactando a 90% Proctor.

### **3.2 Cálculo de movimiento de tierras**

Cada una de las áreas calculadas con la tabla anterior y la cual se muestra en los anexos de este informe constituye un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse.

Suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, obteniendo así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

El cálculo de movimiento de tierras se obtuvo mediante resultados presentados por el programa "Land Civil".

### **3.3 Cálculos de presupuesto**

Para la realización de un presupuesto fiable se tomaron en cuenta términos que influyen directa e indirectamente en el manejo de un costo total para la ejecución del proyecto en mención, como por ejemplo:

- Distancia de fletes.
- Distintos precios en los lugares de distribución de materiales.
- Arrendamiento de maquinaria o si es propia, mantenimiento de la misma.
- Incrementar un porcentaje al costo si el proyecto no se va ejecutar a la mayor brevedad posible.

Tabla VII. Tabla resumen de costos.

Desglose presupuestario

<b>Rubros</b>	<b>Costo total</b>
<b>REPARACIÓN DE TRAMO CARRETERO</b>	
Traslado de maquinaria (Excavadora y Compactadora)	Q 6,112.00
Compra del material balasto	Q 145,160.00
Traslado de balasto	Q 38,200.00
Estabilización del suelo	Q 26,740.00
Trazo de carretera	Q 30,560.00
Nivelación de suelo y corte de suelo	Q 53,480.00
Compactación de capa de balasto	Q 45,840.00
Formaleteado y trazado de cunetas	Q 9,168.00
Empedrado de curvas peligrosas	Q 22,920.00
Señalización	Q 3,820.00
<b>Sub total de reparación tramo carretero</b>	<b>Q 382,000.00</b>
<b>AMPLIACIÓN DE BRECHA</b>	
Movimiento de cercos existentes	Q 5,730.00
Movimiento de tierra	Q 22,920.00
Nivelación y trazo de carretera	Q 26,740.00
Estabilización del suelo	Q 26,740.00
Colocación de balasto	Q 15,280.00
Compactación de capa de balasto	Q 45,840.00
<b>Sub total de ampliación de brecha</b>	<b>Q 143,250.00</b>
<b>APERTURA DE CARRETERA</b>	
Material balasto	Q 133,700.00
Movimiento de tierra (1,200mts <sup>3</sup> .)	Q 30,560.00
Nivelación y trazo de carretera	Q 26,740.00
Estabilización del suelo	Q 26,740.00
Colocación de balasto	Q 22,920.00
Compactación de capa de balasto	Q 45,840.00
<b>Sub total de apertura de carretera</b>	<b>Q 286,500.00</b>
<b>FUNDICIÓN DE CUNETAS</b>	
Formaleteado, armado y fundición de cunetas	<b>Q 22,920.00</b>
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q 834,670.00</b>

### 3.4 Integración de costos

La siguiente Integración es la clave para determinar el monto alcanzado en la tabla resumen anterior.

**Tabla VIII. Integración de Costos tramo carretero**

<b>Integración de Costos "Tramo carretero"</b>					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P.Total</b>
<b>Reparación tramo carretero</b>					
<b>1</b>	<b>Traslado de Maquinaria (14 Km)</b>				
	Flete Rodillo CAT CS 533D.	global	1	Q 3,056.00	
	Flete Retroexcavadora caterpillar 416c	global	1	Q 3,056.00	
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 6,112.00</b>
<b>2</b>	<b>Compra de material balasto</b>				
	Material balasto	m <sup>3</sup>	1700	Q 101.50	Q 172,550.00
	Traslado de balasto	Km-m <sup>3</sup>	8	Q 476.25	Q 3,810.00
	Supervisión calidad del balasto	global	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00
	Mano de obra no calificada	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q183,360.00</b>
<b>3</b>	<b>Estabilización del suelo</b>				
	Selecto	M3	200	Q 130.00	Q26,000.00
	Piedra	M3	3	Q 163.40	Q490.20
	Mano de obra	global	2	Q 125.00	Q250.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q26,740.20</b>
<b>4</b>	<b>Trazado de carretera</b>				
	Topografía y replanteo de tramo (3,500 m.l.)	global	1	Q15,000.00	Q15,000.00
	Estaqueado y marcación de obras de arte	global	1	Q6,000.00	Q6,000.00
	Mano de obra	global	1	Q9,560.00	Q9,560.00
	<b>Total</b>				<b>Q30,560.00</b>
<b>5</b>	<b>Nivelación, corte y compactación capa de suelo</b>				
	Replanteo de niveles 3,500 m.l (topógrafo).	global	1	Q13,560.00	Q13,560.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	76	Q400.00	Q30,400.00
	Compactación (rodillo cat)	hrs.	53	Q420.00	Q22,260.00
	Colocación de balasto (camión de volteo)	hrs.	36	Q300.00	Q10,800.00
	Riego de capa (camión pipa)	hrs.	36	Q286.00	Q10,296.00
	Mano de obra	global	1	Q12,004.00	Q12,004.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q99,320.00</b>
<b>6</b>	<b>Formateado y trazo de cunetas</b>				
	Madera	pie-tabla	250	Q5.50	Q1,375.00
	Clavos de 3"	libra	10	Q20.00	Q200.00
	Cal	saco	12	Q23.00	Q276.00
	mano de obra (vecinos comunidad)	global	1	Q5,680.00	Q5,680.00
	Supervisión	global	1	Q1,637.00	Q1,637.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q9,168.00</b>



<b>Continúa</b>					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P.Total</b>
<b>6</b>	<b>Empedrado de curvas peligrosas y señalización</b>				
	pedra bola Ø 20"	m³	30	Q85.00	Q2,550.00
	cemento	saco	100	Q55.00	Q5,500.00
	rótulos	global	1	Q6,000.00	Q6,000.00
	mano de obra (vecinos comunidad)	global	1	Q8,000.00	Q8,000.00
	Supervisión	global	1	Q4,690.00	Q4,690.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q26,740.00</b>
<b>Integración de Costos "Tramo carretero"</b>					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P.Total</b>
	<b>Ampliación de brecha</b>				
<b>1</b>	<b>Movimiento Cercos existentes, movimiento de tierra para ampliación de tramo</b>				
	Herramientas albañiles (vecinos comunidad)	global	1	Q950.00	Q950.00
	Replanteo de niveles 1,000 m.l(topógrafo).	global	1	Q6,000.00	Q6,000.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	31	Q400.00	Q12,400.00
	Extracción de tierra (camión de volteo)	hrs.	21	Q300.00	Q6,300.00
	supervisión	global	1	Q3,000.00	Q3,000.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q28,650.00</b>
<b>2</b>	<b>Nivelación y trazo de carretera</b>				
	Topografía y replanteo de tramo (1,000 m.l)	global	1	Q8,000.00	Q8,000.00
	Estaqueado y marcación de obras de arte	global	1	Q3,000.00	Q3,000.00
	Mano de obra	global	1	Q5,740.00	Q5,740.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	25	Q400.00	Q10,000.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q26,740.00</b>
<b>3</b>	<b>Estabilización del suelo</b>				
	Selecto	M3	150	Q130.00	Q19,500.00
	Piedra	M3	3	Q163.33	Q489.99
	Mano de obra	global	2	Q3,375.01	Q6,750.02
	<b>TOTAL</b>				<b>Q26,740.01</b>
<b>4</b>	<b>Colocación y compactación de capa de balasto</b>				
	Replanteo de niveles 1,000 m.l (topógrafo).	global	1	Q5,000.00	Q5,000.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	32	Q400.00	Q12,800.00
	Compactación (rodillo cat)	hrs.	48	Q420.00	Q20,160.00
	Colocación de balasto (camión de volteo)	hrs.	20	Q300.00	Q6,000.00
	Riego de capa (camión pipa)	hrs.	18	Q286.00	Q5,148.00
	Mano de obra (vecinos, supervisor)	global	1	Q12,012.00	Q12,012.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q61,120.00</b>
<b>Integración de Costos "Tramo carretero"</b>					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P.Total</b>
	<b>Apertura de tramo carretero hacia plan del bordo</b>				
<b>1</b>	<b>Compra de material balasto</b>				
	Material balasto	m³	1080	Q101.50	Q109,620.00
	Traslado de balasto	Km-m³	12	Q476.25	Q5,715.00
	Supervisión calidad del balasto	global	1	Q6,000.00	Q6,000.00
	Mano de obra no calificada	global	1	Q12,365.00	Q12,365.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q133,700.00</b>

<b>Continúa</b>					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P.Total</b>
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierra para apertura de tramo</b>				
	Herramientas albañiles (vecinos comunidad)	global	1	Q1,560.00	Q1,560.00
	Replanteo de niveles 1,000 m.l(topógrafo).	global	1	Q7,000.00	Q7,000.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	28	Q400.00	Q11,200.00
	Extracción de tierra (camión de volteo)	hrs.	20	Q300.00	Q6,000.00
	supervisión	global	1	Q4,800.00	Q4,800.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q30,560.00</b>
<b>3</b>	<b>Nivelación y trazo de carretera</b>				
	Topografía y replanteo de tramo (1,000 m.l)	global	1	Q8,000.00	Q8,000.00
	Estaqueado y marcación de obras de arte	global	1	Q3,000.00	Q3,000.00
	Mano de obra	global	1	Q5,740.00	Q5,740.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	25	Q400.00	Q10,000.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q26,740.00</b>
<b>4</b>	<b>Estabilización del suelo</b>				
	Selecto	m³	150	Q130.00	Q19,500.00
	Piedra	m³	3	Q163.33	Q489.99
	Mano de obra	global	2	Q3,375.01	Q6,750.02
	<b>TOTAL</b>				<b>Q26,740.01</b>
<b>5</b>	<b>Colocación y compactación de capa de balasto</b>				
	Replanteo de niveles 1,000 m.l (topógrafo).	global	1	Q5,000.00	Q5,000.00
	Realización del corte (retroexcavadora)	hrs.	38	Q400.00	Q15,200.00
	Compactación (rodillo cat)	hrs.	52	Q420.00	Q21,840.00
	Colocación de balasto (camión de volteo)	hrs.	22	Q300.00	Q6,600.00
	Riego de capa (camión pipa)	hrs.	21	Q286.00	Q6,006.00
	Mano de obra (vecinos, supervisor)	global	1	Q14,114.00	Q14,114.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q68,760.00</b>
<b>Integración de Costos "Tramo carretero"</b>					
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P.Total</b>
	<b>Fundición de cunetas</b>				
<b>1</b>	<b>Formaleteado y fundición de cunetas</b>				
	Madera	pie-tabla	300	Q5.50	Q1,650.00
	Clavos de 3"	libra	30	Q20.00	Q600.00
	Cal	saco	16	Q23.00	Q368.00
	Piedrín	m³	18	Q163.33	Q2,939.94
	cemento	saco	60	Q55.00	Q3,300.00
	mano de obra (vecinos comunidad)	global	1	Q9,062.06	Q9,062.06
	Supervisión	global	1	Q5,000.00	Q5,000.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q22,920.00</b>

## **4. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **4.1 Diseño introducción y ampliación del Sistema de Agua Potable, para la cabecera del municipio de Camotán, Chiquimula**

#### **4.1.1 Descripción del proyecto a desarrollar**

Existe el proyecto en la aldea “Agua Fría, El Volcán”, que consta de una pequeña presa con caja de captación que atraviesa el lugar, la cual conduce el agua en tubería de 6 y 4 pulgadas de diámetro, hacia los filtros ubicados en la aldea Pajcó, al otro lado del río Jupilingo, ubicado al norte de la cabecera municipal de Camotán.

En el año 1998, el paso del “Huracán Mitch” provocó deslizamiento de grandes áreas del cerro que se ubica a 300 metros arriba de la presa, contaminando el río con lodo, carbón, hierro y otros.

En el año 2005, por el paso de la tormenta “Stan”, el río de la Quebrada Agua Fría, se volvió caudaloso, llevándose consigo la mitad de la presa construida y desviando el río al lado contrario donde se ubica la captación. El proyecto original se encuentra colapsado, ya que la pequeña presa no esta cumpliendo la función especifica para la que fue diseñada, sin embargo es imposible no utilizar el agua contaminada ya que la necesidad de utilizar la misma es grande en la localidad en estos momentos no tiene un adecuado ni previo tratamiento lo que hace imposible evitar la contaminación, lo que indica que la comunidad esta expuesta a enfermedades por la contaminación que han generado en las aguas del río los desechos sólidos y agropecuarios.

En diciembre del año 2005, se descubrió en la finca Las Victorias, una vertiente con capacidad suficiente para proveer el vital líquido a la comunidad de Camotán.

### **Ubicación de Vertiente:**

La finca “Las Victorias” está ubicada a 10 Km. aproximadamente, de la entrada principal, a la cual se accede por el caserío El Descombro, con carretera de terracería que conduce hacia el caserío Talquetzal, Jocotán.

La vertiente se localiza en el interior de la finca; la única forma de llegar es por un camino peatonal dentro de los cafetales y brechas colindantes con otras propiedades. De donde termina la carretera de terracería hasta la vertiente, el tiempo de recorrido a pie es de 30 minutos aproximadamente.

### **Captación:**

La construcción de una caja de captación en donde se reúnan los ramales de la vertiente, será de concreto armado y filtros de grava con diferente diámetro, en capas de 30 a 50 centímetros, indicando propiamente estas características, en las especificaciones técnicas de diseño.

### **4.1.2 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico tiene como finalidad recabar toda la información de campo necesaria para elaborar un diseño, que permita la construcción de una obra lo más eficientemente posible.

Igualmente, se tratará de recabar información de instalaciones existentes según el caso lo amerite.

#### **Reconocimiento del área a intervenir**

Antes de proceder a los levantamientos topográficos, deberá hacerse un reconocimiento de las diferentes partes que habrá de estudiarse para la preparación del proyecto. Este reconocimiento deberá ser hecho por el Ingeniero de campo, abarcando los diferentes sitios para la ubicación de obras de toma, línea de conducción, lugares para tanque de distribución, planta de tratamiento y línea de distribución. Se dejará referencias en los lugares y rutas reconocidas para ayuda durante la etapa de construcción del sistema de línea de conducción.

Es necesario llevar un registro minucioso en una libreta, la cual será complementada con esquemas, mostrando las características de los lugares reconocidos. En caso de disponer de levantamientos aerofotográficos de la región se acompañarán a la información obtenida en el reconocimiento, en donde se podrán ubicar las respectivas rutas; además, esto será una buena ayuda para el topógrafo.

## **Levantamiento de las distintas etapas del proyecto**

### **En el sitio de toma:**

Se hará un levantamiento topográfico que recabe en la forma más amplia y detallada posible todas las características del relieve del área de cuenca inmediata al sitio, para la obra de toma. En cursos de quebradas o ríos se levantarán secciones transversales de la cortina a cada 5 m y hasta una distancia de 15 m. En el sentido longitudinal del curso, a cada 5 m y hasta una distancia mínima de 30 m aguas arriba y aguas abajo si el sitio lo permite.

### **En la línea de conducción:**

Se deberá definir claramente el ancho del río. Se efectuarán levantamientos taquimétricos y donde fuere necesario con cinta y nivel de precisión.

#### **4.1.2.1 Planimetría**

Abarca todos los trabajos efectuados para obtener la representación gráfica de un terreno, proyectado sobre un plano horizontal; por lo tanto, la planimetría está en dos dimensiones.

Los trabajos se realizarán a través de un levantamiento de poligonal abierto, utilizando el método de conservación del azimut, con orientación de estación a estación de  $180^{\circ}$ , debido a que este método tiene más ventajas que ofrecer.

Se determinará el norte magnético, definiéndolo como punto de partida. Centrado y nivelado el teodolito se procederá a determinar el ángulo entre estaciones y la distancia entre ellas.

#### **4.1.2.2 Altimetría**

Son todos los trabajos que se realizan para obtener la información necesaria y así representar el terreno en una tercera dimensión, generalmente se le llama a éstos trabajos de nivelación.

El trabajo de nivelación consistirá en obtener información altimétrica de la línea central.

#### **4.1.3 Aforo**

La cuadrilla de topografía, deberá también hacer el aforo de las fuentes sobre las cuales haga el levantamiento topográfico, indicando el punto exacto y el método utilizado.

Cuando se trate de una fuente con varios brotes, deberá aforar cada brote y el total. En caso fuere necesario verificar el aforo, se procederá conforme al procedimiento arriba descrito. En caso no fuera posible hacerlo, indicar el motivo que le impide, describiendo el sitio exacto escogido para practicar un nuevo aforo, así como el método utilizado. Es recomendable practicar como mínimo un aforo en época seca y otro en época lluviosa.

#### **4.1.4 Análisis físico- químico y bacteriológico**

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas, y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura.

##### **Patrones de potabilidad**

Los límites sobre calidad son de carácter general y se proporcionan como apta para consumo humano. Los límites sobre calidad a observarse serán los que se muestran en las normas de UNEPAR segunda revisión año 1997, capítulo 5, incisos 5.1 y 5.2.

##### **Toma de muestras**

Con el fin de conocer las condiciones de las características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente de agua para una población, deben tomarse muestras, en un mínimo de dos, una en la época seca y otra en época lluviosa para realizar los ensayos respectivos. En todo caso, el número de muestras deberá ser representativo de la calidad del agua, a criterio de la entidad responsable.

Las muestras para exámenes físico-químicos se tomarán en recipientes perfectamente limpios y adecuados, preferiblemente de plástico cuya capacidad mínima debe ser de 4 litros.

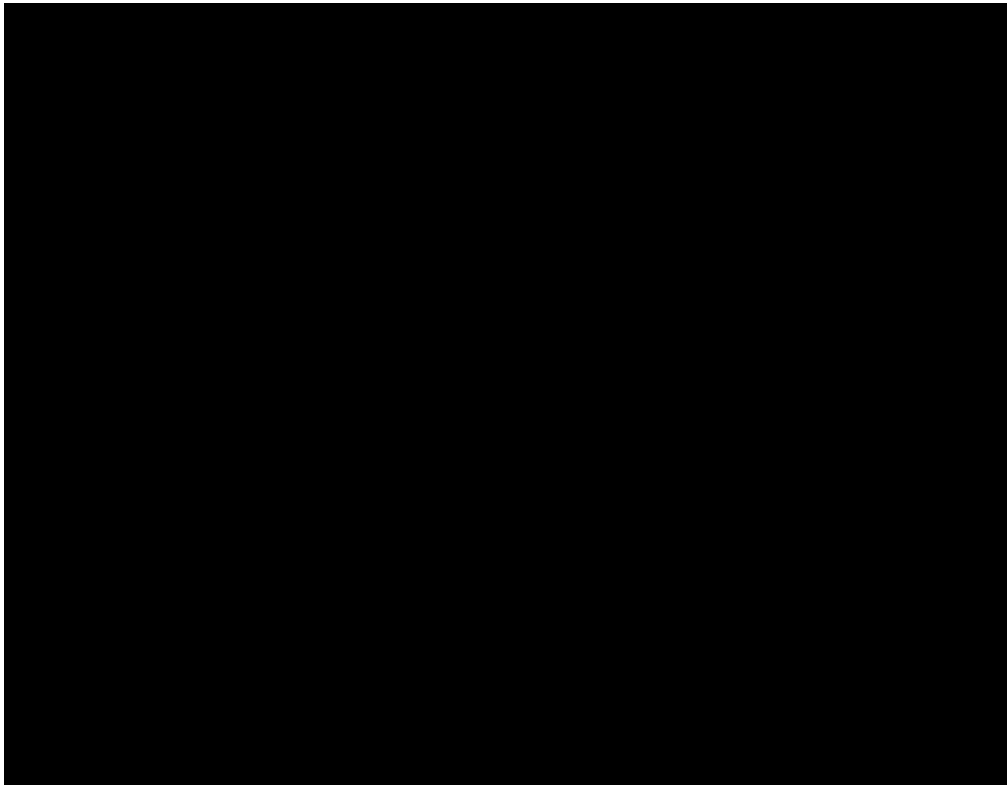
Las muestras para análisis bacteriológico se tomarán en envases adecuados, esterilizados, de boca ancha y tapón hermético, cuya capacidad mínima debe ser de 100 mililitros.



Las muestras de agua para efectuar los análisis, deberán ser tomadas de acuerdo con técnicas que se recomiendan para cada caso y entregadas en los laboratorios dentro de las 36 horas siguientes iniciando el conteo del tiempo a la hora que las muestras hayan sido tomadas in situ.

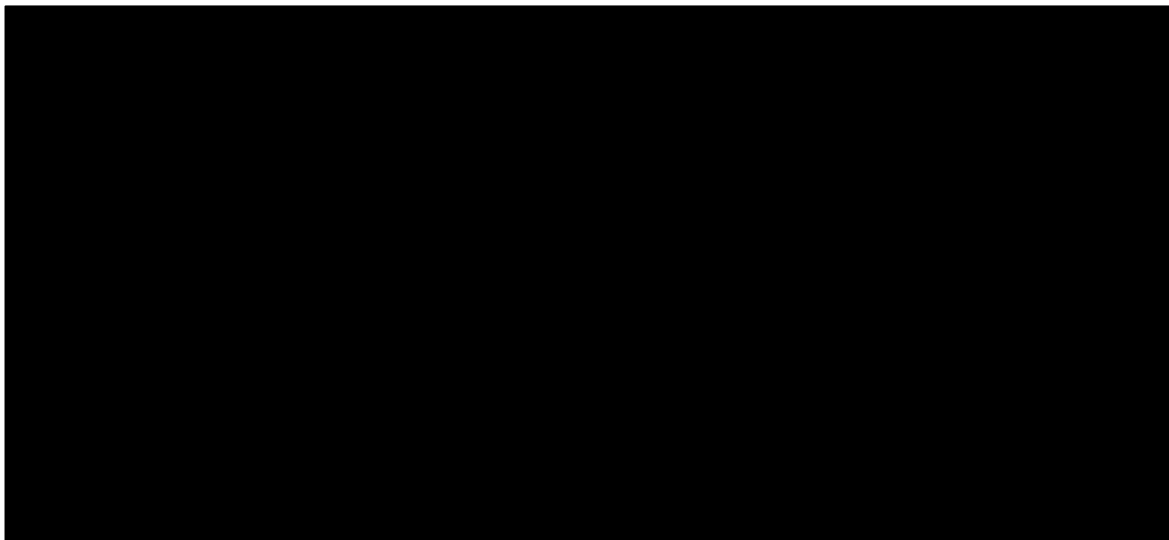
El transporte de los envases de las muestras para análisis bacteriológico debe hacerse dentro de recipientes en condiciones de baja temperatura (con hielo).

**Tabla IX. Estándares para agua potable**



Fuente: Folleto UNEPAR segunda revisión año 1997.

## **Tabla X. Normas bacteriológicas**



Fuente: Folleto UNEPAR segunda revisión año 1997.

### **4.1.5 Crecimiento de la población**

Para el diseño de cada uno de los elementos de la obra, deberá hacerse el cálculo de población con el período de diseño correspondiente. Se recomienda utilizar como mínimo dos métodos estadísticos, siendo uno de ellos el geométrico, con el objeto de obtener a través de la comparación entre ellos un resultado más real.

Se tomará información básica del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), registros municipales y de sanidad, censos escolares, levantamientos de densidad habitacional realizado por instituciones gubernamentales, etc. En todo caso, el diseñador deberá verificar y evaluar la información.

El diseñador deberá tomar muy en cuenta el tamaño de la comunidad, de tal manera que el número final de habitantes, respecto del actual, sea el resultado del incremento vegetativo y migratorio dentro de la jurisdicción de la comunidad.

No contemplar por lo tanto, en estos aspectos, las ampliaciones que se producen a otros de población circunvecinas, a menos que este extremo sea explícitamente contemplado.

El diseño de los acueductos se deberá hacer de acuerdo con la población y número de viviendas resultante del levantamiento topográfico, cuando éstas sean mayores que lo reportado en la encuesta, la cual se considera como el último censo realizado y así evitar la confusión de que el número de conexiones sea mayor que el número de viviendas de la encuesta preliminar. El número mínimo de viviendas que deberá aparecer en el plano topográfico será el de la encuesta básica.

Si no se dispone de tener una encuesta, se calculará la población actual multiplicando la cantidad de viviendas por 6 habitantes, por cada una de ellas.

Conociendo los factores que condicionaron el crecimiento de la comunidad es posible aplicar éstos y estimar su población futura. Para hacer tal cálculo se utilizará el método aritmético y con menos frecuencia, el método geométrico. Se podrá considerar el cálculo de la población por el método de saturación, cuando solamente esté bien definida el área de la comunidad que será beneficiada.

### **Método Aritmético**

El método supone una variación lineal de la población en el tiempo. Se utiliza la siguiente fórmula:

#### **Ecuación: cálculo de población de diseño, método aritmético**

$$P_f = P_o \left( 1 + \frac{kt}{100} \right)$$

Donde:

$P_f$ : Población futura  
 $P_o$ : Población actual  
 $k$ : Tasa de crecimiento anual  
 $t$ : Período de diseño

### **Método Geométrico**

Este método se utilizará preferiblemente para poblaciones de más de 2,000 habitantes.

La fórmula que deberá aplicarse será:

### **Ecuación: cálculo de población de diseño, método geométrico**

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

Donde:

$P_f$ : Población futura  
 $P_o$ : Población actual  
 $r$ : Tasa de crecimiento anual  
 $t$ : Período de diseño

### **Ecuación: determinación de la tasa de crecimiento anual, método geométrico**

$$r = \sqrt[\Delta t]{\frac{P_{(t_2)}}{P_{(t_1)}}} - 1$$

Donde:

□  $t$ : Período intercensal entre “ $t_1$ ” y “ $t_2$ ” (=  $t_2 - t_1$ )  
 $P_{(t_1)}$ : Población en el tiempo “ $t_1$ ”  
 $P_{(t_2)}$ : Población en el tiempo “ $t_2$ ”

### **Índice de crecimiento**

Se tomará como índice de crecimiento anual 3%, el cual representa el promedio a nivel nacional según datos recabados por la Dirección General de Censos y Estadísticas.

Si la comunidad ha tenido un desarrollo inusitado, este índice podrá ser calculado tomando en cuenta censos anteriores, suficientes como para pronosticar su tendencia futura.

En casos de asentamientos campesinos y proyectos habitacionales, se tomará la densidad de saturación del proyecto como población futura.

#### **4.1.6 Períodos de diseño**

Se considera como tal, el tiempo durante el cual la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño.

Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales, costos y tasas de interés, población de diseño, así mismo tomando en cuenta la durabilidad y accesorios, y el período que conlleva el diseño y la construcción, comportamiento de la obra en sus primeros años y posibilidades de ampliación de acuerdo con el recurso de agua.

Para casos especiales se consideran proyectos en etapas, se ha determinado un período de diseño de 20 años para todas las partes del sistema.

A excepción de los equipos de bombeo que se diseñarán para 10 años, aquellos sistemas que ya cumplieron con su periodo, es decir 20 años o más y que requieran mejoras en todas las partes del sistema, se considerará como acueductos nuevos.

#### 4.1.7 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario y se expresa en litros por habitantes por día (L/hab/día). Se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

Para fijar la dotación se tomarán en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere. A falta de éstos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 30 a 60 litros.

Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 – 90 litros.

Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60–120 litros.

Servicio de pozo excavado, con bomba de mano: mínimo 15 litros.

Ahora si se viera en galones por persona diario, sería de la siguiente manera en un método bastante exacto.

La dotación generalizada para poblaciones menores de 2,000 habitantes será de 25 gppd. En las comunidades de poblaciones mayores de 2,000 habitantes, las dotaciones deberán satisfacer todas las necesidades abajo apuntadas:

- a.) Consumo doméstico
- b.) Consumo industrial y comercial
- c.) Consumo público
- d.) Consumo pérdida y desperdicios

#### **4.1.8 Demanda**

Es la cantidad necesaria que necesita cierto tipo de población, por ejemplo una comunidad de clima frío necesitará menos agua que una población que se encuentre en un territorio netamente cálido.

Por lo tanto, es una cantidad de agua asignada por datos que arrojan una serie de encuestas realizadas por los entes rectores de tal actividad.

#### **4.1.9 Factor de día máximo**

Es el factor por el cual se multiplica el consumo medio diario, que oscila entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes; sin embargo, el diseñador deberá justificar el factor que haya seleccionado.

#### **4.1.10 Factor de hora máximo**

Es el factor por el cual se multiplica el consumo medio diario, cuyo valor corresponde a un coeficiente 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes. La selección del factor es función inversa al tamaño de la población a servir. El diseñador deberá justificar el factor que haya seleccionado.

Se recomienda que el diseño hidráulico de las tuberías de distribución se realice tomando en cuenta criterios de uso simultáneo versus factor de hora máxima, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos.

#### **4.1.11 Almacenamiento**

La función principal de los tanques de almacenamiento es la de suministrar reservas que cubren las variaciones horarias del consumo de la comunidad y las necesidades de ésta, cuando requiera reparaciones la obra de toma y la línea de conducción.

##### **Ubicación**

El tanque se colocará en un lugar con suficiente altura que permita una presión mínima de 10 m. en el punto más crítico de la red. Además, de preferencia en una área grande, plana y a una distancia que facilite el mantenimiento del mismo.

Dentro de las mejoras cuando se necesite complementar la capacidad del tanque existente, la ubicación de éste será preferiblemente a la par, si la topografía lo permite; para que las tuberías de entrada y salida estén al mismo nivel.

En caso contrario que la topografía no favorezca dicha ubicación, se colocará lo más próximo a él, para no alterar las presiones existentes en la red y llevará una válvula de cheque en la tubería de salida la cual será independiente de la salida del tanque existente, al igual que la tubería de entrada, y ambos tanques tendrán sus respectivas tuberías de limpieza y rebose.



Deberá hacerse un análisis de presiones de la red cuando el tanque complementario esté más bajo que el existente.

### **Tipos de tanque**

Los tanques podrán ser circulares, rectangulares y cuadrados, contruidos de ladrillo reforzados, bloques de concreto-concreto armado y de mampostería. Según su ubicación, podrán ser elevados, superficiales, semienterrados y enterrados.

El material que se escoja para construir los tanques dependerá de la disponibilidad que exista en el sitio, considerándose los aspectos económicos. Quedará claro que en aquellas comunidades de topografía plana, se proyectarán tanques elevados de concreto armado o metálicos dependiendo del aspecto económico.

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tenga estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad, se adoptará de 25 a 40% del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo de 40 a 65% entre tanque de succión y de distribución.

## 4.2 Principales componentes del sistema de agua

Entre éstos puede mencionarse los siguientes:

**Fuentes superficiales:** el sitio de la captación debe llenar, en lo posible, las siguientes condiciones: ubicarse en tramos rectos o en la orilla exterior de las curvas; cuando se trate de cursos de agua, el sitio escogido deberá proporcionar protección contra el ingreso de material flotante a las obras futuras; ubicarse de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura a construir (deberá aislarse para impedir el acceso de personas o animales); ubicarse en lugares donde no se formen bancos de arena.

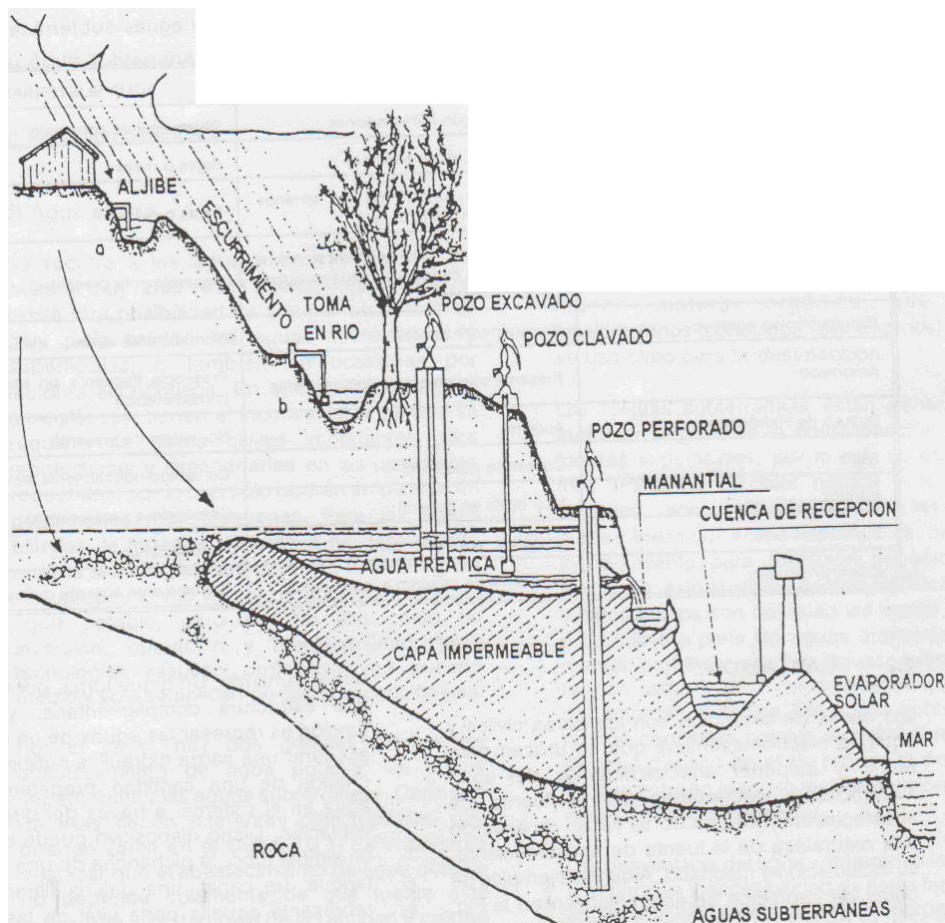
**Fuentes subterráneas:** son las que generalmente están mejor protegidas de la contaminación que las fuentes superficiales, por lo que su calidad es más uniforme. El color natural y la materia orgánica son más bajos en las aguas subterráneas que en las superficiales, de allí que el tratamiento para remoción de color no es necesario; esto al mismo tiempo significa que los trihalometanos son bajos en las aguas tratadas, producidas a partir de aguas subterráneas.

**Tabla XI. Principales diferencias entre aguas superficiales y aguas subterráneas**

<b>Característica</b>	<b>Agua superficial</b>	<b>Agua subterránea</b>
Temperatura	Variable según las estaciones	Relativamente constante
Turbiedad, materias en suspensión	Variables, a veces elevadas	Bajas o nulas
Mineralización	Variable en función de los terrenos, precipitación, vertidos, etc.	Bajas o nulas
Hierro y Manganeseo	Generalmente ausente excepto en el fondo de los cuerpos de agua en estado de eutrofización	Generalmente presentes
Gas carbónico agresivo	Generalmente ausente	Normalmente ausente o muy bajo
Amoniaco	Presente sólo en aguas contaminadas	Presencia frecuente sin ser índice de contaminación
Sulfuro de Hidrógeno	Ausente	Normalmente presente
Sílice	Contenido moderado	Contenido normalmente elevado
Nitratos	Muy bajos en general	Contenido a veces elevado
Elementos vivos	Bacterias, virus, plancton	Ferrobacterias
Oxígeno disuelto	Normalmente próximo a la saturación	Normalmente ausente o muy bajo

Además, es menos probable que las aguas subterráneas tengan sabor, olor o contaminación producida por actividad biológica. Las aguas subterráneas no son corrosivas porque el bajo contenido de oxígeno disuelto en ellas, reduce la posibilidad de que entre en juego la media reacción química necesaria a la corrosión.

**Figura 6. Componentes de un sistema de agua**



**Obras de captación:** son las estructuras diseñadas para el aprovechamiento del flujo durante todo el año.

**Estaciones de bombeo:** en un sistema por bombeo, las líneas de conducción se diseñarán para conducir el caudal máximo diario durante el tiempo de bombeo adoptado.  $Q_b = Q_{MD} * 24/\text{horas}$ ; se recomienda períodos de bombeo entre 8 y 12 horas por día para motores diesel y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.

**Líneas de conducción:** en sistemas de gravedad, la línea de conducción se diseñará para el caudal de día máximo. Se diseñarán como libres o forzadas, dependiendo de las condiciones particulares de cada caso. Para agua de alta calidad o tratada, la conducción no deberá ser a cielo abierto.

**Tanques de almacenamiento, distribución:** todos los tanques de almacenamiento o distribución de concreto o concreto ciclópeo, deberán cubrirse con losa de concreto reforzada, provista de boca de inspección con tapa sanitaria, para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser de preferencia metálica, hermética y tener cierre de seguridad. El acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación, para poder realizar aforos cuando sea necesario.

Todo tanque de distribución deberá tener instalaciones para ventilación, rebalse y limpieza; la tubería de salida deberá tener pichacha, y estar instalada a 0.10 m sobre el nivel del piso del tanque o sobre fosa especial de salida.

Cuando los muros sean de mampostería la parte superior de éstos debe ser tratada de manera que se elimine toda adherencia posible con la losa.

**Redes de distribución:** la capacidad de las redes de distribución se calculará para el consumo máximo horario, utilizando los factores dados anteriormente.

### **4.3 Trabajo técnico profesional.**

#### **4.3.1 Especificaciones técnicas de diseño.**

Por ser un proyecto de suma importancia y así mismo de urgencia local, las especificaciones técnicas utilizadas para el mismo proyecto son las siguientes: basadas en las normas de UNEPAR, (GUÍA PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, SEGUNDA REVISIÓN GUATEMALA, JUNIO DE 1997).

#### **Diseño**

#### **Especificaciones a tomar en cuenta:**

Acerca de la localidad se recabará la siguiente información, población, vivienda acceso, abastecimiento actual de agua, disposición de excretas, esta información se puede conseguir en los puestos de salud de la comunidad y en el Instituto Nacional de Estadística INE; Se recabará información de las actividades realizadas por los habitantes del lugar, así también sus datos climatológicos obtenidos del Insivumeh, se localizaran estructuras existentes, pasos de ríos, quebradas, zanjones, caminos.

Para la línea de conducción se tomara en cuenta la nivelación entre distancias, los cuales dependerán de la pendiente longitudinal y se tomaran los siguientes parámetros:

<b>Pendiente longitudinal línea de conducción</b>	<b>Distancia horizontal mínima entre puntos de nivelación</b>
Menor de 5%	20 m.
Entre 5 y 20%	10 m.
Mayor de 20%	5 m.

Las libretas de campo tendrán añadidos un croquis y esquemas correspondientes, los aforos se realizaran uno en época seca y otro en época lluviosa, aforando cada brote que sea parte del nacimiento encontrado.

En el diseño se realizará un diseño funcional, para un período de 20 años, por ser una población mayor a 1,000 hab. se tomará el factor de 1.2 y con esto poder obtener el consumo máximo diario.

La línea de conducción se diseñará para el Q día máximo, la velocidad de agua en los tubos deberá permanecer dentro del rango de 0,60 m/s a 3,00 m/s, permitiéndose un máximo de 4.00 m/s por ser línea de conducción.

Si el terreno es dedicado a la agricultura, la profundidad mínima será de 0,80 m. para tubería instalada bajo calles de transito la profundidad de colocación será de 1,20 m. se instalaran cajas rompe presión con el objeto de que la máxima presión estática no exceda de la presión de trabajo de la tubería. El cronograma de trabajo se realizará por meses, en los grandes rubros que lo componen.

## **Parámetros de construcción**

### **Filtro y muro de contención:**

El muro de contención se hará de piedra con espesor de acuerdo con el diseño indicado en los planos. Se hará una excavación hasta encontrar el estrato impermeable y para luego rellenar con capas de grava de diferente diámetro. Debe de captarse la totalidad del agua, reuniendo los ramales de la vertiente. Se hará una zanja de drenaje interceptor, para proteger y evitar infiltraciones del agua superficial; esta zanja estará a un mínimo de 7.00 metros de la captación.

## **Captación**

Para la base se hará un losa armada con espesor de 0.12 m. Posteriormente, se hará una formaleta de madera de pino rústico, tablas y reglas, dejando un vacío para el muro de 0.10m. como mínimo, colocando la tubería perforada para la captación, tubería de rebalse y tubería de salida con su respectivo diámetro, antes de la fundición.

### **Tubería de conducción:**

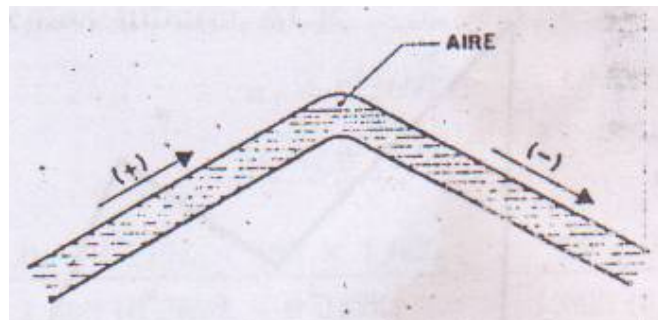
Se colocarán tubos de PVC de la presión indicada en los renglones de materiales, iniciando en la caja de captación hacia la línea de conducción, colocándole una pichacha en la copa de la tubería, seguida por la copa macho a hembra.

### **Válvulas de aire y de limpieza:**

Las válvulas de aire serán automáticas para evitar una concentración de presión inadecuada para la tubería o a la misma línea de conducción; las válvulas de limpieza se harán con una llave de paso normal, de diámetro de acuerdo a la línea de conducción; asimismo las válvulas de aire se realizarán de un diámetro acorde a la línea de conducción.



**Figura 7. Puntos altos en una línea de conducción favorecen a la acumulación de aire, como se ve en la imagen**



**Tabla XII. Diámetros de ventosas o válvulas de aire en función de diámetro de tubería**

Ø Tubería	Diámetros de tubería	
	Ø Ventosa manual	Ø Ventosa automática
12"	4"	3/4"
14"	4"	3/4"
16"	6"	1"
18"	6"	1"
20"	6"	2"
24"	8"	2"
30"	8"	2"

**Tabla XIV. Diámetros de limpieza en función del diámetro de tubería**

<b>Ø Tubería</b>	<b>Ø Limpieza</b>
2"	2"
2 ½"	2"
3"	2"
4"	2"
6"	4"
8"	4 ó 6"
10"	6"

**Conexión con tubería existente:**

Se descubrirá 12 metros de tubería existente, para verificar el estado de dicha tubería.

Se tratará de acoplar la nueva tubería por la copa original de la existente y ajustarla bien con pegamento especial.

**A continuación se detalla de forma descriptiva los materiales a utilizar en la ejecución del proyecto.**

**Filtro y muro de contención:**

**Madera:** tablas de 1" x 12" x 12' y Reglas de 3" x 3" x 12' de pino rústico para la formaleta.

**Clavos:** clavos de 3" para el encofrado de madera.

**Mampostería:** piedra bola 67% y mortero 33%, el mortero a utilizar será sabieta en proporción de mezcla: cemento UGC – arena de río - pedrín (1:2:3).

**Concreto:**  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , (3000 Lbs./plg<sup>2</sup>) proporción de mezcla: cemento - arena de río (1:2).

**Muros:** los muros de mampostería de piedra deben impermeabilizarse por medio de una capa de sabieta de proporción: cemento – arena de río (1:2), debidamente alisada.

**Losa:** la losa de concreto tendrá un desnivel de  $1 \frac{1}{4}$  hacia los lados, y la superficie debe quedar cernida con la siguiente mezcla: arena de río – cemento, en proporción (1:2).

**Refuerzo:**  $f_y=2810\text{kg/cm}^2$

#### **Captación y caja para válvulas:**

**Madera:** tablas de 1" x 12" x 12' y Reglas de 3" x 3" x 12' de madera de pino rústico para la formaleta.

**Concreto:**  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , (3000 Lbs./plg<sup>2</sup>) proporción de mezcla: cemento - arena de río (1:2).

**Losa:** la losa de concreto tendrá un desnivel de  $1 \frac{1}{4}$  hacia los lados, y la superficie debe quedar cernida con mezcla: arena de río – cemento, proporción (1:2).

**Refuerzo:**  $f_y=2810\text{kg/cm}^2$ .

**Piedra bola:** será de 4 a 6 pulgadas de diámetro, de preferencia piedra de río o similar, limpia y redondeada para su fácil adherencia y colocación.

**Mortero:** se usará cemento UGC de Cementos Progreso o similar + arena de río cernida con tamiz No.2 o semifino.

**Tubo HG:** se usará tubería HG Ø 3"

**Concreto:** se usará concreto con esfuerzo de ruptura a la compresión de 210 kg/m<sup>2</sup>. (3000 lib/pulg<sup>2</sup>) a los 28 días, para la fundición de las columnas y zapatas.

**Acero de refuerzo:** se usará refuerzo grado 40 Kpsi.

**Cable de alambre:** Se usará cable de acero de arado, mejorado o similar, compuesto de seis cordones de 19 alambres por cordón, con alma de acero con diámetro adecuado a cada uso.

**Material de relleno:** el material utilizado para el relleno será el existente en el lugar.

**Madera:** se usarán tablas de 1" x 12" x 12' y reglas de 3" x 3" x 12' de pino rústico para la formaleta y maestras.

**Línea de conducción**

**Tubo PVC:** se usará tubería PVC con diámetros indicados en los planos adjuntos en este mismo informe, de acuerdo con el diseño establecido en los planos constructivos, con una capacidad de 160 PSI.

**Pegamento:** se usará pegamento especial para PVC, Durman Ezquivel o similar.

#### 4.3.2 Condiciones actuales del nacimiento de agua y de terrenos por los cuales pasará la conducción.

**Figura 8. Fotografías del nacimiento de agua y finca las victorias, aldea Talquezal, municipio de Camotán**



Las fotografías muestran las condiciones actuales del nacimiento, dando una idea de la cantidad de agua que ofrece la vertiente, añadiendo que estas fotos fueron tomadas en temporada de verano; por lo cual en época de invierno el caudal incrementa su capacidad.

Los terrenos por los cuales atraviesa la línea de conducción, en su mayoría, reflejan ser un tipo de terreno montañoso, dado que el afluente se encuentra en la cima del cerro de dicha localidad.

#### **4.3.3 Determinación de la línea de conducción**

Partiendo de la base de que todo diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos, una línea de conducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo cual en la mayoría de los casos implicará a la selección del diámetro mínimo que satisfaciendo razones técnicas (capacidad) permita presiones iguales o menores que la resistencia física del material que se utilice.

Para lograr concretar el proyecto en mención, se evaluaron aspectos económicos y sociales, debido a que la vertiente se encuentra en una comunidad del municipio vecino de Jocotán, por lo que fue necesario consensuar con los habitantes y hacerles ver que dicho nacimiento fue adquirido por la municipalidad de Camotán a un determinado precio, el cual le fue entregado al propietario del terreno donde se encuentra el vertiente en mención.

Asimismo la propuesta de diseño, dependió, y en mucho, de la magnitud, diámetro, dificultades de ejecución de obra, costos, etc., por lo que se requirió para este caso, de un análisis económico.

En general, se realizó para un período de diseño aconsejable, ubicado entre los rangos existentes, el cual fue de 20 años.

#### **4.3.4 Obras estructurales, cajas rompe presión, válvulas de aire y válvulas de limpieza.**

Son las estructuras diseñadas para el aprovechamiento del flujo durante todo el año.

**Captación de agua:** se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño:

Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos. Para cualquier condición de la fuente, garantizarán protección contra la contaminación y entrada o proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables.

Se impedirá al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación.

**Válvulas:** las válvulas de control de la red y así mismo, para línea de conducción (para futuras reparaciones y mantenimientos de rutina), se localizarán en lo posible, en forma tal, que permitan aislar un tramo sin dejar fuera de servicio una gran extensión de la red ó línea de conducción.

Se proveerán válvulas de limpieza en los puntos convenientes.

**Válvulas de aire:** las líneas diseñadas por gravedad, tienen la tendencia a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos baja su presión, el aire no se disuelve, creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

La acumulación de aire puede ser ocasionalmente desplazada a lo largo de la tubería y provocar golpes repentinos e intermitentes similares a los de golpes de ariete.

Con el fin de prevenir este fenómeno, deben utilizarse válvulas automáticas en su caso manuales, que ubicadas en todos los puntos altos, permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado.

La colocación de ventosas o válvulas de expulsión de aire en tales puntos, constituirá un factor de seguridad que garantizará la sección útil para la circulación del gasto deseado.

**Válvulas de limpieza:** en líneas de conducción con topografía accidentada, existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías. La limpieza consiste en una derivación de la tubería, provista de llave de paso.

**Cajas rompe presión:** en las líneas de conducción por gravedad, la carga estática originada por el desnivel existente entre el sitio de captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, puede crear presiones superiores a la presión máxima que soportaría una determinada clase de tubería. Lo que obliga a disipar esa energía antes de que tal situación pueda provocar daños a la misma.



Para evitar tales daños se recurre a la utilización de válvulas reguladoras de presión o cajas rompe presión.

Las cajas rompe-presión son estructuras destinadas a reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), mediante la transformación de la energía disponible en altura de velocidad. El diseño de la caja se basa en la transformación de carga estática en energía de velocidad y lograr su disipación por efecto de roce contra las paredes y tabiques, así como por la amortiguación de un colchón de agua.

#### **4.4 Desinfección**

##### **Calidad**

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas, y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura.

##### **Patrones de potabilidad**

Los límites sobre calidad son de carácter general y que se proporcionan como aptas para consumo humano. Los límites sobre calidad a observarse serán los contenidos en la normas del folleto de unepar segunda revisión año 1997.

## **Toma de muestras**

Con el fin de conocer las condiciones de las características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente de agua para una población, deben tomarse muestras, en un mínimo de dos, una en la época seca y otra en la lluviosa, para realizar los ensayos respectivos. En todo caso, el número de muestras deberá ser representativo de la calidad del agua, a criterio de la entidad responsable.

Las muestras para exámenes físico-químicos, se tomarán en recipientes perfectamente limpios y adecuados, preferiblemente de plástico, cuya capacidad mínima será de 4 litros.

Las muestras para análisis bacteriológico se tomarán en envases adecuados, esterilizados, de boca ancha y tapón hermético, cuya capacidad mínima será de 100 mililitros.

Las muestras de agua para efectuar los análisis, deberán ser tomadas de acuerdo con técnicas recomendadas para cada caso y entregadas en los laboratorios dentro de las 36 horas siguientes a la hora que las muestras hayan sido tomadas.

El transporte de los envases de las muestras para análisis bacteriológico debe hacerse dentro de recipientes en condiciones de baja temperatura (con hielo). Si los resultados del laboratorio determinan que el agua no cumple con los requisitos establecidos en las normas, deberá tomarse inmediatamente otra muestra de comprobación o la requerida para un análisis especial.

## Tratamiento

Todas aquellas aguas que no llenen lo requisitos de potabilidad establecidos en las normas de Unepar, deberán tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuente de abasto para las poblaciones.

El tipo de tratamiento deberá fijarse de acuerdo con los resultados de los análisis realizados por el Centro de Investigación de Ingeniería (CII).

### 4.5 Cuantificación de materiales

A continuación se muestra una lista de la cuantificación de materiales que se utilizarán en la ejecución del proyecto de la "línea de conducción de agua, hacia el entronque existente".

**Tabla XV. Descripción cantidad de materiales a utilizar.**

Descripción	Unidad	Cantidad
Madera	Pietabla	50
Cemento	Sacos	255
Cal	Sacos	1
Clavos de 3"	Libra	36
Alambre de amarre	Libra	120
Hierro de 3/8"	Varillas	115
Hierro de 1/4"	Varillas	138
Hierro de 3/4"	Varillas	26
Hierro de 1/2"	Varillas	84
Arena de río	M3	16
Piedra	M3	23
Piedrín	M3	9
Tubo PVC 2"	Unidad	142
Tubo PVC 2 1/2"	Unidad	264
Tubo PVC 3"	Unidad	188

Continúa		
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Tubo PVC 4"	Unidad	123
Pegamento	Galón	9
Válvula de Aire	Unidad	3
Válvula de limpieza	Unidad	5
Tubo HG de 3" diámetro	Unidad	30
Hembra PVC de 6"	Unidad	8
Cable acero 1/2"	M	120
Cable de suspensión de 3/8"	M	120
Guardacabo	Unidad	8
Mordaza de 3/8"	Unidad	220
Mordaza para cable tirante	Unidad	80
Tensor de 5/8"	Unidad	4
Unión Dresser	Unidad	8
Polea de 4"	Unidad	4
Cojinete de rodillo de 1 1/2"	Unidad	4

## 4.6 Presupuesto

### 4.6.1 Costo del proyecto

El cuadro siguiente muestra los renglones que comprenden el costo total del proyecto “Introducción y ampliación de agua potable para la cabecera municipal de Camotán, Chiquimula”

**Tabla XVI. Desglose presupuestario por renglón**

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
	Captación				
1	<b>Materiales no locales</b>				
	Madera	Pie tabla	50	Q 5.50	Q 275.00
	Cemento	Sacos	25	Q 45.00	Q 1,125.00
	Cal	Sacos	1	Q 20.00	Q 20.00
	Clavos de 3"	Libra	6	Q 3.90	Q 23.40
	Alambre de amarre	Libra	12	Q 3.50	Q 42.00
	Hierro de 3/8"	Varillas	13	Q 22.00	Q 286.00
	Hierro de 1/4"	Varillas	26	Q 12.00	Q 312.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 2,083.40</b>
2	<b>Materiales locales</b>				
	Arena de río	M3	3	Q 130.00	Q 390.00
	Piedra	M3	3	Q 180.00	Q 540.00
	Piedrín	M3	2	Q 170.00	Q 340.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 1,270.00</b>
3	<b>Mano de obra calificada</b>				
	Fundición muros/ concreto y piedra	M3	4	Q 200.00	Q 800.00
	Armado de losa y fundido	M3	4	Q 200.00	Q 800.00
	Instalación de accesorios	Global	1	Q 1,200.00	Q 1,200.00
	<b>Total</b>				<b>Q 2,800.00</b>
4	<b>Mano de obra no calificada</b>				
	Excavación	M3	4	Q 70.00	Q 280.00
	Formaleteado	Global	1	Q 500.00	Q 500.00

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
	Fundido	M3	4	Q 40.00	Q 160.00
	Continúa				
	Entarimado de losa	Global	1	Q 300.00	Q 300.00
	Fundido y preparado/losa	M3	4	Q 40.00	Q 160.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 1,400.00</b>
5	<b>Otros</b>				
	Equipo y herramienta				Q 350.00
	Transporte				Q 1,200.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 1,550.00</b>

Conducción PVC 3" Y 4" y Cajas + Válvulas

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
1	<b>Materiales no locales</b>				
	Tubo PVC 3"	Unidad	613	Q 137.05	Q 84,011.65
	Tubo PVC 4"	Unidad	123	Q 230.00	Q 28,290.00
	Cemento	Sacos	30	Q 45.00	Q 1,350.00
	Alambre de amarre	Libra	8	Q 3.50	Q 28.00
	Hierro de 3/8"	Varilla	26	Q 22.00	Q 572.00
	Pegamento	Galón	9	Q 330.00	Q 2,970.00
	Válvula de aire	Unidad	3	Q 953.10	Q 2,859.30
	Válvula de limpieza	Unidad	5	Q 252.00	Q 1,260.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 121,340.95</b>
2	<b>Materiales locales</b>				
	Arena de río	M3	3	Q 130.00	Q 390.00
	Piedrín	M3	3	Q 170.00	Q 510.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 900.00</b>
3	<b>Mano de obra calificada</b>				
	Instalación de tubería	Tubería	737	Q 20.00	Q 14,740.00
	Instalación de accesorios	Global	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00
	<b>Total</b>				<b>Q 16,240.00</b>
4	<b>Mano de obra no calificada</b>				
	Zanjeado	ML	600	Q 10.00	Q 6,000.00
	Relleno de zanja	ML	600	Q 2.00	Q 1,200.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 7,200.00</b>
5	<b>Otros</b>				
	Equipo y herramienta				Q 300.00
	Transporte				Q 1,900.00
	<b>TOTAL</b>				<b>Q 2,200.00</b>

#### 4.6.2 Cuadro de resumen

El cuadro siguiente muestra un resumen completo del costo total del proyecto desglosado en los diferentes aspectos que intervienen en la ejecución del mismo.

**Tabla XVII. Resumen presupuesto total del proyecto**

	<b>RESUMEN</b>	
<b>1</b>	Materiales No Locales	<b>Q 178,077.55</b>
<b>2</b>	Materiales Locales	<b>Q 7,950.00</b>
<b>3</b>	Mano de obra Calificada	<b>Q 21,860.00</b>
<b>4</b>	Mano de Obra No Calificada	<b>Q 9,125.00</b>
<b>5</b>	Equipo y Herramienta	<b>Q 1,240.00</b>
<b>6</b>	Transporte	<b>Q 5,100.00</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>Q 223,352.55</b>

### 4.6.3 Precios unitarios

Los precios que a continuación se muestran fueron obtenidos como el resultado de una licitación pública realizada por medio del sistema de "Guatecompras", la cual se hizo específica para ferreterías o distribuidoras de materiales.

**Tabla XVIII. Precios Unitarios de materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio
Madera	Pie tabla	1	Q 5.50
Cemento	Sacos	1	Q 45.00
Cal	Sacos	1	Q 20.00
Clavos de 3"	Libra	1	Q 3.90
Alambre de amarre	Libra	1	Q 3.50
Hierro de 3/8"	Varillas	1	Q 22.00
Hierro de 1/4"	Varillas	1	Q 12.00
Hierro de 3/4"	Varillas	1	Q 85.50
Hierro de 1/2"	Varillas	1	Q 35.80
Arena de río	M3	1	Q 130.00
Piedra	M3	1	Q 180.00
Piedrín	M3	1	Q 170.00
Tubo PVC 2"	Unidad	1	Q 90.00
Tubo PVC 2 1/2"	Unidad	1	Q 115.00
Tubo PVC 3"	Unidad	1	Q 137.05
Tubo PVC 4"	Unidad	1	Q 230.00
Pegamento	Galón	1	Q 330.00
Válvula de aire	Unidad	1	Q 953.10
Válvula de limpieza	Unidad	1	Q 252.00
Tubo HG de 3" diámetro	Unidad	1	Q 790.00
Hembra PVC de 6"	Unidad	1	Q 160.00
Cable acero 1/2"	M	1	Q 30.00
Cable de suspensión de 3/8"	M	1	Q 20.00



Continúa			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio
Guardacabo	Unidad	1	Q 50.00
Mordaza de 3/8"	Unidad	1	Q 10.00
Mordaza para cable tirante	Unidad	1	Q 20.00
Tensor de 5/8"	Unidad	1	Q 40.00
Unión Dresser	Unidad	1	Q 50.00
Polea de 4"	Unidad	1	Q 150.00
Cojinete de rodillo de 1 1/2"	Unidad	1	Q 150.00

#### 4.6 Informe ambiental

El concepto de medio ambiente ha evolucionado de tal forma que se ha pasado de considerar fundamentalmente sus elementos físicos y biológicos a una concepción más amplia, en la que se destacan las interacciones entre sus diferentes aspectos, poniéndose especial atención en la vertiente económica y sociocultural.

Por lo tanto, hoy en día se identifican como ambientales no sólo los problemas clásicos relativos a contaminación, vertidos, etc., sino también otros más ligados a cuestiones sociales, culturales, económicas, relacionadas en definitiva con el modelo de desarrollo.

De hecho, actualmente la idea de medio ambiente se encuentra íntimamente ligada a la de desarrollo; esta relación resulta crucial para comprender la problemática ambiental y para acercarse a la idea de un desarrollo sostenible que garantice una adecuada calidad de vida para las generaciones actuales y para las futuras.

Estamos por tanto ante una crisis ambiental, y es a ésta a la que se debe dar una solución.

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio.

Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

### **Impacto ambiental a nivel departamental**

Uno de los impactos que genera la explotación de los recursos energéticos en el departamento de Chiquimula es la contaminación sónica, pues el ruido producido por la industria, disminuye la capacidad auditiva y puede afectar el sistema circulatorio, y aún, cuando los trabajadores de estas industrias ya están acostumbrados al ruido por escucharlos en forma prolongada, les genera daños mentales.

### **Impacto ambiental en Chiquimula**

La degradación de las aguas de Chiquimula, es un buen ejemplo de tales impactos ambientales. Las continuas descargas de aguas residuales domésticas e industriales, así como aquellas derivadas de actividades agrícolas y petroleras, han incidido notoriamente en su deterioro, situación que se ha visto agravada con la descarga de sustancias tóxicas, incluyendo residuos altamente peligrosos como (níquel, plomo, calcio).

Otro contaminante gaseoso de la atmósfera que está empezando a repercutir en un alto porcentaje en la cabecera de Chiquimula es el monóxido de carbono(CO), gas expelido por los automóviles. El monóxido de carbono

disminuye la capacidad de la sangre para transportar oxígeno generando una sobrecarga en la función bombeadora del corazón.

Las actividades agrícolas y las de ganadería, contribuyen también a la contaminación del ambiente. Otro impacto ambiental, pocas veces reseñado como tal, es la deforestación, la cual alcanza en el departamento de Chiquimula cifras alarmantes de acuerdo con los informes de organizaciones internacionales como la FAO (pesa) que se encuentra en Jocotán.

Aquellos impactos ambientales ocasionados por el hombre, que acumulados en el tiempo, afectan en forma directa la calidad de vida de las personas y en general los ecosistemas, incluyendo a la vida silvestre y acuática, es lo que suele llamarse pasivos ambientales.

Desde el punto de vista atmosférico, el aire de nuestra ciudad ha sido afectado por diversos procesos derivados del crecimiento urbanístico incontrolado, y muy especialmente, del desarrollo de las actividades industriales y del gremio automotor.

En cuanto a nuestros suelos, la eliminación o disposición inadecuada de sustancias químicas de uso industrial, urbano, incluyendo el mal desarrollo y mantenimiento de los procesos industriales, ha ocasionado la acumulación de miles de toneladas de residuos cuyo manejo ha sido difícil, debido, entre otros aspectos, a los altos costos del proceso y la disponibilidad de las tecnologías apropiadas.

Resulta importante reflexionar sobre quién o quiénes son los responsables de lo que está sucediendo, tanto aquí en la localidad de Camotán como a nivel nacional, aunque su conocimiento no necesariamente conduzca a la solución del problema.

Sin embargo, más importante que todo, es gestionar la remediación de las áreas afectadas, mediante mecanismos de cooperación, donde además de actuar en forma inmediata sobre las regiones más afectadas, se dicten las pautas técnicas y administrativas para detener su continuo crecimiento, tomando en cuenta que los procesos industriales y el desarrollo urbano no se detienen.

Los impactos que comúnmente se originan en la región de Camotán se deben a la destrucción de los suelos y en gran parte a las inadecuadas técnicas agrícolas y a la destrucción que dejan desprotegidas las partículas del suelo, que por acción del agua, el viento y otros factores son erosionados, dando origen a terrenos desérticos no aptos para la agricultura.

La desertización, la salinidad y la erosión son las principales, causas de destrucción del suelo. La desertización se refiere a la pérdida de la cobertura vegetal.

Este problema ocasiona la disminución de la producción agropecuaria y por ende de las cosechas agrícolas; otro factor es la contaminación ambiental por la presencia de aplicación de sustancias químicas como los plaguicidas, herbicidas, insecticidas y bactericidas para combatir insectos o plagas que destrozan los cultivos hortícolas; en la mayoría de las veces no se utilizan las técnicas y fórmulas indicadas por los profesionales agropecuarios.

Por otro lado, la indiscriminación y la falta de conciencia al aplicar los insecticidas y la no utilización de medidas de protección como el uso de mascarillas, guantes y botas; todas estas anomalías constituyen un alto índice de intoxicación a quienes aplican los plaguicidas y grupos de insecticidas que se caracterizan por tener una estructura química ( derivados de ácido fosfórico)

y una acción fisiológica similar a todos los organismos fosforados extremadamente tóxicos como: El Parathion, Diazinon, Malation, y otros, estas sustancias contaminan el ambiente y pueden ser adsorbidas a través de la piel, por vía oral o respiratoria, dándose el caso en la región que la gente resulta intoxicada por el contacto que tienen los insecticidas con la piel por el no uso de guantes.

También los efectos fisiológicos y patológicos en las mujeres que lavan en zonas rurales como es el caso de Camotán parcialmente le puede producir abortos si están embarazadas, deformaciones del feto, cáncer, mareos, cefalea, visión borrosa, diarrea y otros.

Es importante mencionar que las absorciones significativas de insecticidas órgano fosforadas perjudican en los niveles normales de la colinesterasa en la sangre. Los insecticidas producen impactos ambientales como la alteración o cambios perjudiciales del ambiente produciendo indirectamente lo antes dicho.

### **Las medidas o estrategias planteadas para contrarrestar los efectos contaminantes de la actividad humana en la región de Camotán**

Una vez conocidos los tipos más comunes de contaminación, es necesario plantear posibles soluciones para cada uno de ellos, así como también soluciones a un nivel más general, que beneficien la preservación del ambiente, en la zona de Camotán.

### **Soluciones para la contaminación de las aguas:**

Para poder solucionar este problema, se necesita aplicar varias normas, entre las cuales se pueden mencionar:

- Los gobiernos municipales de los departamentos afectados deberían investigar las áreas que presentan el problema con mayor gravedad, de manera que se tenga ubicado el sitio y el problema para agilizar la solución de los mismos.
- Se deben promulgar leyes para la protección y conservación de áreas que pudieran ser, son afectadas; por ejemplo el área boscosa de Camotán.
- Se debe participar en la existencia o creación de las leyes de protección del ambiente a la sociedad, de manera que ésta colabore constantemente con la preservación de las áreas decretadas, y la limpieza de áreas ya afectadas, como bosques, ríos, y quebradas.
- Por último, se debe implementar el uso de plantas purificadoras de agua, no solo por parte de las autoridades municipales, sino también por parte de las empresas privadas que utilicen el agua como recurso fundamental en su producción; por ejemplo, las personas que se dedican a la industria del café.

### **Soluciones para la degradación y destrucción de los suelos:**

Para poder disminuir la degradación de los suelos, basta con controlar de una manera más cuidadosa la explotación de los mismos, y esto es posible mediante la implementación de las siguientes medidas:

- Limitación de los usos de los suelos según sus capacidades.

- Prohibición de prácticas que deterioren los suelos (deforestaciones, incendios, quemas, etc.).
- Aplicación del método de rotación de cultivos.
- Limitación en el uso de biocida y fertilizantes.
- Reglamentación del riego.

### **Guía de Protección Ambiental: Introducción, Planificación Suprasectorial, Infraestructura.**

Actualmente, existe en todos los países industriales una política bastante efectiva, la cual exige a los estados aplicar una serie de medidas con el objeto de controlar la contaminación del aire; para ello se requiere:

- Crear leyes acerca de la contaminación atmosférica.
- Verificar que las fuentes productoras de contaminación atmosférica cumplan con las leyes establecidas.
- Diseñar programas de investigación que permitan llegar a criterios claros, en cuanto a la prevención y control de la contaminación del aire.
- Instalación de equipos apropiados para controlar la fuente generadora de contaminación.
- Sustitución o modificación de los sistemas que producen contaminación.
- Control médico–empresarial.
- Zonificación de las áreas residenciales y de tránsito, con la finalidad de mantener a las personas alejadas de las fuentes de contaminación.

Dentro de la contaminación del aire, pueden incluirse las lluvias ácidas y el efecto invernadero, los cuales podrían prevenirse mediante la disminución de la quema de combustibles fósiles, empleando otras formas de energía, reduciendo la tala y la quema de árboles e incrementando la reforestación.

## **Medidas generales para la conservación del ambiente**

Como se ha visto en las medidas tomadas para combatir los principales tipos de contaminación, una de las estrategias más importantes que han tomado los países, que se podría adaptar al caso de Camotán, ha sido la creación de legislaciones que permitan la preservación del ambiente en todos sus aspectos.

Estas legislaciones se encargan de aspectos tales como: la degradación de las aguas y todas las acciones que puedan causar daño al suelo, la topografía, el paisaje, el aire y la vegetación.

Tomando en cuenta que la contaminación causada por el hombre traspasa las fronteras entre los países, se debe hacer un esfuerzo conjunto entre las naciones, no sólo por el hecho de que el problema de la contaminación sea internacional, sino porque al extenderse a tan alto nivel, se requiere de mayores recursos para combatirla, lo que implica un incremento de costo; esto forzaría a los países a hacer convenios para poder compartir los gastos. Este hecho y el sentimiento global de conservación del ambiente han hecho posible el surgimiento de grupos internacionales que luchan por esta causa; tales son los casos de C.A.R.E, Greenpeace e IFAW, entre otros.

Para luchar contra la contaminación, no sólo se debe atacar los problemas ya existentes, sino que se debe evitar que sigan surgiendo nuevos. Con este fin, se han elaborado (y se están elaborando nuevos) procesos como la cría industrial de animales, la acuicultura, y la agricultura biológica, los cuales utilizan técnicas no contaminantes y se realizan en espacios más reducidos de tierra y mar, lo cual evita considerablemente el daño a los suelos y a la vegetación.



Estas técnicas están en desarrollo, y no se han perfeccionado aún, pero para ellas sirve como ejemplo una técnica que no sólo evita la contaminación, sino que también ayuda a solucionarla, y ésta es el reciclaje.

## **4.7 Evaluación socio- económica**

### **4.7.1 Valor presente neto**

El método de valor presente neto se usa más frecuentemente para determinar el valor actual de futuros ingresos y egresos. Por ejemplo: si se quisiera saber el valor presente de los ingresos que produce una propiedad, un edificio en renta o un pozo petrolero, esto nos proporciona una buena estimación del precio en que se pueda comprar o vender la propiedad; pero para este caso, por ser un egreso de parte de las autoridades municipales, no tendrá una tasa futura de ingresos. Este método es uno de los criterios que más se utiliza en la selección y evaluación de proyectos de inversión.

Consiste en determinar el valor en el tiempo cero de los flujos de efectivo que genera el negocio–proyecto y comparándolo con la inversión inicial. Si este valor actual es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado, es decir,  $VP > 0$ .

Si el VPN es  $> 0$  el proyecto es rentable.

El VPN presenta dos modalidades:

- Para alternativas con **vidas útiles iguales**.
- Para alternativas con **vidas útiles diferentes**.

Respecto del proyecto de introducción de agua potable de la cabecera municipal de Camotán, La tasa interés atractiva para la municipalidad es del 14% anual.

Se pretende que funcione por un aproximado de 20 años.

***COSTO INICIAL: Q 223,352.55***

***COSTO DE OPERACIÓN ANUAL: Q 60,000.00***

***VALOR DE SALVAMENTO: 80,000.00***

$$\text{VPN} = -223,352.55 - 60,000 \left[ \frac{(1.14)^{20} - 1}{.14 (1.14)^{20}} \right] + 80,000 \left[ \frac{(1.14)^{-20}}{.14 (1.14)^{20}} \right] =$$

$$\text{VPN} = -223,352.55 - 60,000 (12.74/1.92) + 80,000 (12.74/1.92)$$

$$\text{VPN} = -223,352.55 - 398,125.00 + 530,833.33 =$$

$$\text{VPN} = \text{Q} - 90,644.22$$

El resultado es negativo debido a que es un proyecto de inversión social, el cual sirve para fortalecer el desarrollo de una comunidad específica, y con esto lograr un beneficio no lucrativo para su ente ejecutor.

#### **4.7.2 Tasa interna de retorno**

La tasa interna de rendimiento  $i^*$  (TIR), es una medida de rentabilidad ampliamente aceptada y se define como la tasa de interés que reduce a cero, el valor presente (VP), el valor futuro (VF) o el valor anual uniforme equivalente (VA), de un flujo de caja. (Serie de Ingresos y egresos).

El retorno que expresa la TIR va a ser cierto  $\Leftrightarrow$  los fondos que va devolviendo el proyecto son reinvertidos al mismo.



## **CONCLUSIONES**

1. Utilizar adecuadamente los abastecimientos de agua traerá consigo el desarrollo de cualquier comunidad.
2. Para lograr mayor economía en la aldea Cajón del Río es necesario realizar la carretera propuesta con base a las especificaciones dadas.
3. Los sistemas de gravedad son en mayor rango más económicos e igual de funcionales que un diseño por bombeo, siempre y cuando el mismo se lleva a cabo de manera responsable por parte del diseñador.
4. El ejecutar los proyectos propuestos en dichas comunidades es una inversión que con el pasar de los años recoge incontables beneficios.



## RECOMENDACIONES

1. La inclinación de la capa de rodadura tendrá que respetarse y con esto lograr una menor precipitación pluvial, evitando el agrietamiento de la carretera y con esto extendiendo la vida útil de la misma.
2. Aprovechando el entusiasmo y colaboración de los vecinos, puede optarse por contratar mano de obra no calificada para disminuir los costos del proyecto.
3. Para lograr una vida útil más prolongada de la tubería, se debe enterrar como mínimo unos 80 cms., en las áreas en las cuales se lleva a cabo la agricultura.
4. Ambos proyectos de ampliación y mejoramiento de las carreteras, como la introducción y ampliación del sistema de agua potable se ejecutaran en áreas con precipitación pluvial bastante alta, se recomienda a la municipalidad coordinar con los vecinos del lugar para formar grupos de mantenimiento de los mismos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Regional de Ayuda Técnica, **Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes de acuerdo con los proyectos Federales de Carreteras**, Editorial Abeja, S.A. México/Buenos Aires, 1969.
2. Dirección General de Caminos, **Especificaciones Generales para la construcción de carreteras y puentes**, Litografía guatemalteca, Guatemala 2001.
3. Organización Panamericana de la Salud, **Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales**. Segunda Revisión, Washington, D.C. 1997.
4. Organización Panamericana de la Salud: **Guías para la calidad del Agua Potable**; Parte I Vol. 2, Washington, D.C. 1987.
5. Valdez, Enrique César. **Abastecimiento de Agua Potable**, cuarta edición, U.N.A.M. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Sanitaria, Cd. de México, 1994.



# Anexos

## PRESUPUESTO “Proyecto tramo carretero”

Con un cambio del dólar al día de hoy de Q 7.64/ \$ 1.00

<b>Rubros</b>	<b>Costo total</b>
<b>REPARACION DE TRAMO CARRETERO</b>	
Traslado de maquinaria (Retroexcavadora y Compactadora)	Q 6,112.00
Compra del material balasto	Q 145,160.00
Traslado de balasto	Q 38,200.00
Estabilización del suelo	Q 26,740.00
Trazo de carretera	Q 30,560.00
Nivelación de suelo y corte de suelo	Q 53,480.00
Compactación de capa de balasto	Q 45,840.00
Formaleteado y trazado de cunetas	Q 9,168.00
Fraguado de curvas peligrosas	Q 22,920.00
Señalización	Q 3,820.00
<b>Sub total de reparación tramo carretero</b>	<b>Q 382,000.00</b>
<b>AMPLIACIÓN DE BRECHA</b>	
Movimiento de cercos existentes	Q 5,730.00
Movimiento de tierra	Q 22,920.00
Nivelación y trazo de carretera	Q 26,740.00
Estabilización del suelo	Q 26,740.00
Colocación de balasto	Q 15,280.00
Compactación de capa de balasto	Q 45,840.00
<b>Sub total de ampliación de brecha</b>	<b>Q 143,250.00</b>
<b>APERTURA DE CARRETERA</b>	
Material balasto	Q 133,700.00
Movimiento de tierra (1,200mts.)	Q 30,560.00
Nivelación y trazo de carretera	Q 26,740.00
Estabilización del suelo	Q 26,740.00
Colocación de balasto	Q 22,920.00
Compactación de capa de balasto	Q 45,840.00
<b>Sub total de apertura de carretera</b>	<b>Q 286,500.00</b>
<b>FUNDICIÓN DE CUNETAS</b>	
Formaleteado, armado y fundición de cunetas	<b>Q 22,920.00</b>
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	
<b>Tomando en cuenta la tasa de cambio anterior</b>	<b>\$ 109,250.00</b>

## ***Diseño “Línea de Conducción de Agua Potable, Caserío Agua Fría”***

Datos: Población actual= 1600 hab. F.M.D. = 1.2  
& = 2.6 Dotación = 150 l/h/d  
n = 21 años  $Q_{aforo} = 10.6$  l/s

Pf.= para 20 años= 4,680. habts.  
 $Q_m = 7.04$  l/s Carga disponible = 420.44 m.c.a.  
 $Q_{md} = 8.45$  l/s.

### Tramo 1 – 23:

Long. Tramo = 1115.29 m Tub. clase 160 psi.  
Presión estática = 79.24-10.0 = 69.24 m.c.a

Diámetros requeridos para el tramo = de 3” y 2 ½”.

Con una long. 1 de 260.00 m = 44 tubos. de 3”. C. Pie. = 992.67 m  
Con una long. 2 de 804.53 m = 134 tubos. 2 ½”. C. Pie. = 929.96 m

### Tramo 23 – 33:

Long. tramo = 673.51 m Tub. clase 160 psi.  
Presión estática = 77.82-67.82 m.c.a

Diámetros requeridos para el tramo = de 2 ½” y 2”.

Con una long. 1 de 509.88 m = 85 tubos. de 2 ½”. C. Pie. = 883.38 m  
Con una long. 2 de 163.63 m = 27 tubos. 2”. C. Pie. = 852.95 m

### Tramo 33 - 51:

Long. tramo = 1767.12 m Tub. clase 160 psi.  
Presión estática = 84.71 – 10.00 = 74.71 m.c.a

Diámetros requeridos para el tramo = de 3” y 2 ½”

Con una long. 1 de 509.88 m = 85 tubos. De 3”. C. Pie. = 808.624 m  
Con una long. 2 de 163.63 m = 27 tubos. de 2 ½” C. Pie. = 768.244 m

Tramo 51 - 55:

Long. tramo = 336.54 m      Tub. clase 160 psi.  
Presión estática =  $92.57 - 10.0 = 82.57$  m.c.a

Diámetros requeridos para el tramo = de 2" y 1 ½".

Con una long. 1 de 281.99 m = 47 tubos. de 2".      C. Pie. = 705.78 m  
Con una long. 2 de 54.55 m = 9 tubos. 1 ½".      C. Pie. = 675.67 m

Tramo 55 - 64:

Long. tramo = 493.44 m      Tub. clase 160 psi.  
Presión estática =  $86.09 - 10. = 76.09$  m.c.a

Diámetros requeridos para el tramo = de 2 ½" y 2".

Con una long. 1 de 139.36 m = 23 tubos. de 2 ½".      C. Pie. = 655.44m  
Con una long. 2 de 354.08 m = 59 tubos. de 2".      C. Pie. = 589.58 m

**NOTA:**

La presión llega arriba 10 m.c.a a cada **caja rompe presión**, por seguridad de los artefactos.

## **INFORME DE VISITA A LA VERTIENTE FINCA LAS VICTORIAS AGUA FRÍA, EL VOLCÁN**

Fecha: miércoles 23 de noviembre del 2006.

Hora: 10:00 am.

### **Ubicación**

Finca las victorias está ubicada a 10 km. Aprox., desde la entrada principal por el caserío El Descombro, con carretera de terracería que conduce hacia el caserío Talquezal, Jocotán; es apto para la circulación de vehículos.

La vertiente se localiza en el interior de la finca, la única forma de llegar es por un camino peatonal dentro de los cafetales y brechas colindantes con otras propiedades.

Hasta donde llega el vehículo, el tiempo para llegar a la vertiente caminando es de 30 minutos aproximadamente.

### **Actividad realizada**

Aforo del agua a unos 10.00 mts., abajo de donde esta la vertiente, utilizando una cubeta de 5 galones, se tomo el tiempo de llenado con un cronómetro, para saber la capacidad de la vertiente. (Ver fotografía).



F.1. Proceso de llenado y evacuación



F.2. Toma de tiempo.

- ✓ Esta prueba se realizó en donde se reúnen los ramales, por ser un área de quebrada suave y con plantaciones de guineo alrededor.
- ✓ Se inspeccionó al entorno de la vertiente para verificar si existen agentes contaminantes, lo cual fue negativo.
- ✓ En la cumbre del cerro existe una buena parte de área boscosa.
- ✓ Según las observaciones realizadas por el propietario de la finca, la vertiente casi mantiene el mismo caudal en época de verano.

Según las pruebas realizadas del aforo de la vertiente (10 veces, llenado + tiempo).

El caudal promedio es de 10.6 litros por segundo.

$Q = 6.00 \text{ lit./s.} + \text{ la quebrada } q \text{ se toman } 4.6 \text{ l/s.}, \text{ nos da un total de } 10.6 \text{ l/seg.}$

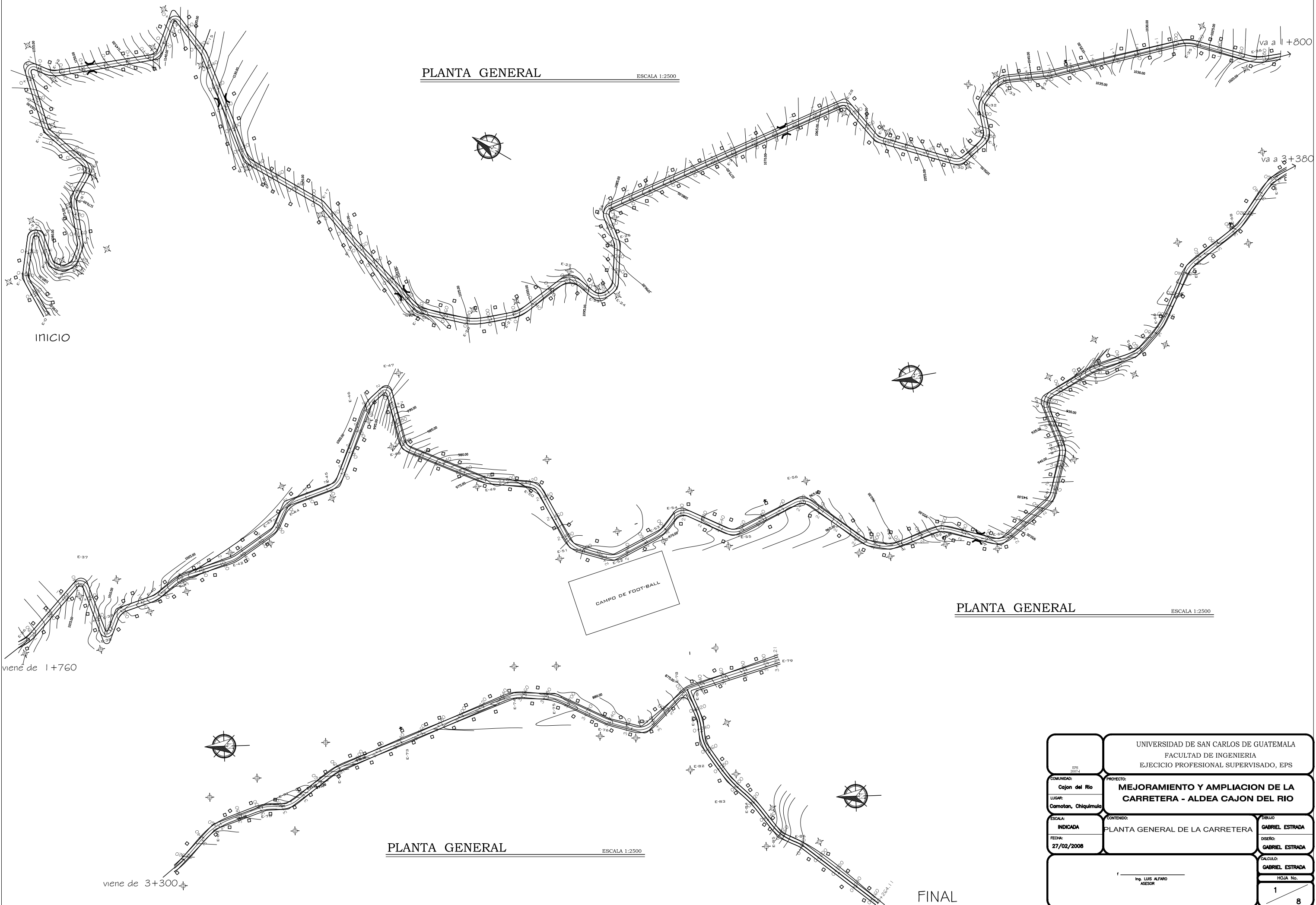
Todo esto lleva un estudio previo de Topografía + Diseño de conducción de agua.

Anexos (fotos).









PLANTA GENERAL

ESCALA 1:2500

PLANTA GENERAL

ESCALA 1:2500

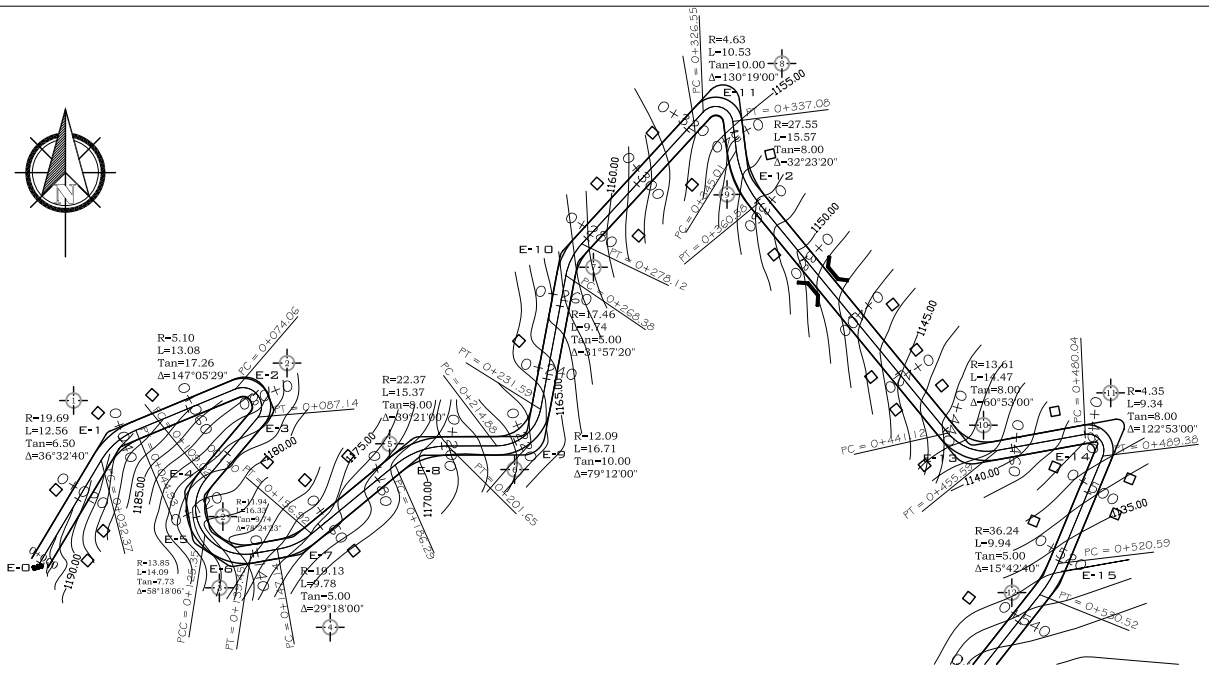
PLANTA GENERAL

ESCALA 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Camotan, Chiquimula	CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA CARRETERA
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 27/02/2008	DISEÑO: GABRIEL ESTRADA
	CALCULO: GABRIEL ESTRADA
	HOJA No. 1 / 8

Ing. LUIS ALFARO  
ASESOR

FINAL



PLANTA PERFIL DE E-0 A E-15 ESCALA 1:1000

**PENDIENTES TRANSVERSALES CARACTERISTICAS QUE SE ENCUENTRAN**  
 Pendiente transversal: en tangentes del alineamiento horizontal, el bombeo de la corona deberá ser:  
 1. Menor que el 2% en carreteras tipo "A,B,C,y D", pavimentadas.  
 2. Menor que el 3% en carreteras tipo "D" y caminos vecinales, revestidas o el terreno. (Es el caso del camino que se desea reparar hacia la aldea Cajón del Río).

**Taludes:** los taludes están definidos por su Inclinación, expresada numéricamente por el recíproco de la pendiente.

a. El talud de la sección transversal en relleno deberá ser de uno y medio a uno (1.5:1), pudiendo tener una inclinación diferente, si así lo especifica el Libro Azul de Caminos.

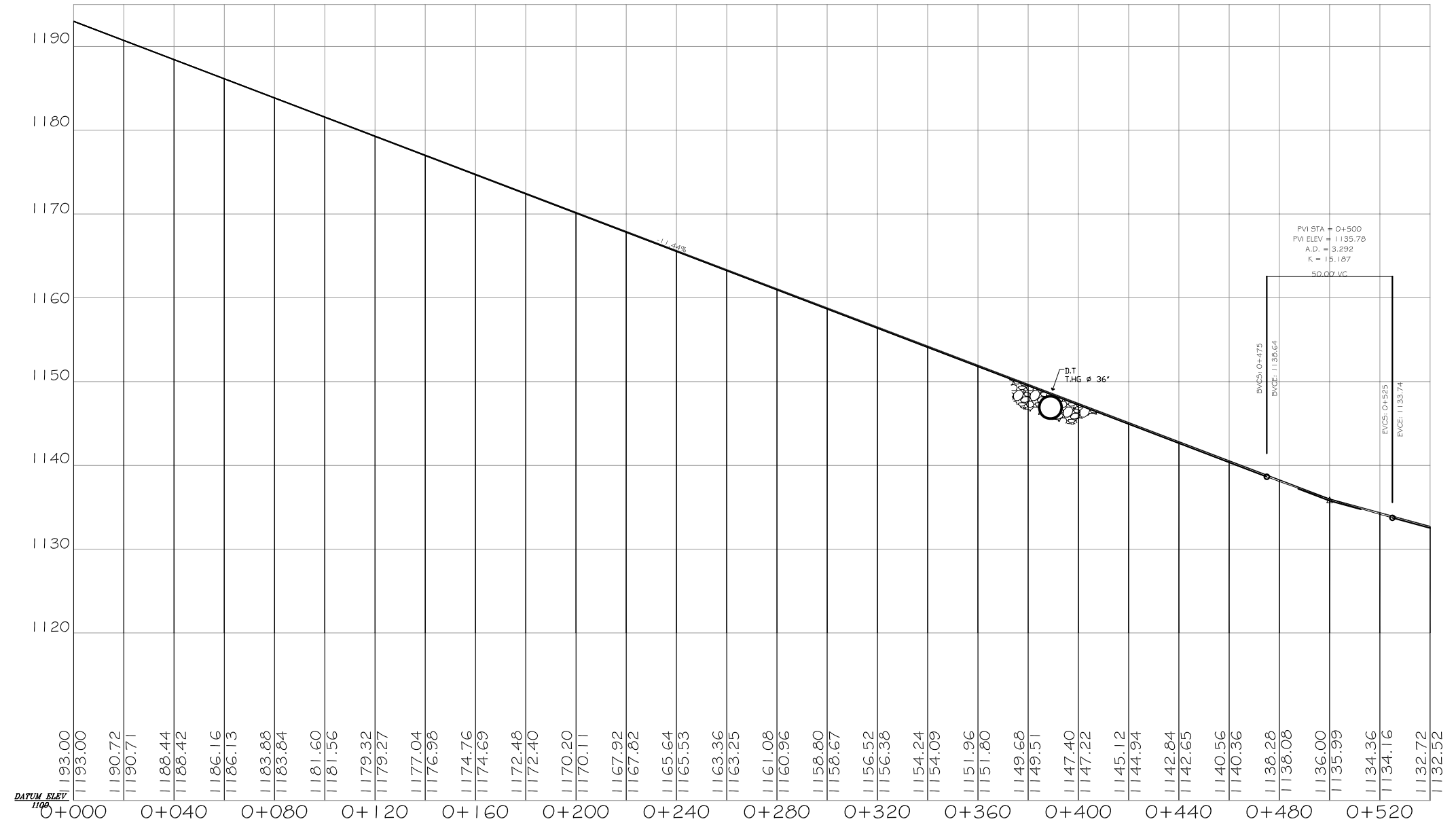
**Cunetas:** las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

a. Ancho: el ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta deberá ser de 1 metro.

b. Taludes: el talud interno de la cuneta deberá ser de dos a uno (2:1), el talud externo de la cuneta será el correspondiente al corte.

**Contracunetas:** son zanjas que se hacen en lugares convenientes, evitando que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada; las contracunetas serán generalmente, de forma trapezoidal, y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad, taludes, utilización, ubicación, y dimensiones que estarán sujetas a los estudios de drenaje, pero, debido al caso en particular presentado, no se diseñó, ya que es un camino vecinal.

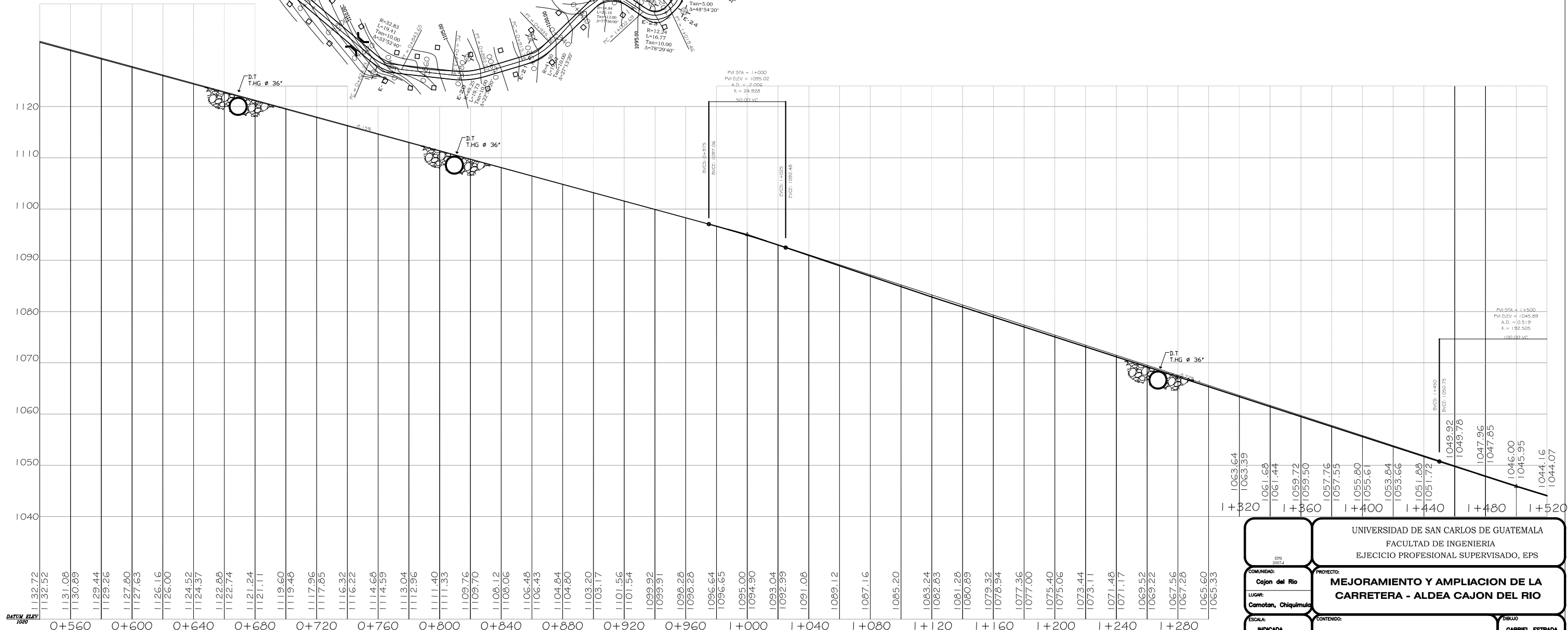
**Obras complementarias:** las obras complementarias de la sección transversal, tales como bordillos, lavaderos, banquetas, defensas y dispositivos para el control del tránsito, se deben incluir en el proyecto, por la importancia y prioridad que representan las mismas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Camotan, Chiquimula	CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-0 A E-15
ESCALA: INDICADA	DISEÑO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 17.03.07	CALCULO: GABRIEL ESTRADA
Ing. LUIS ALFARO ASESOR	
HOJA No. 2 8	



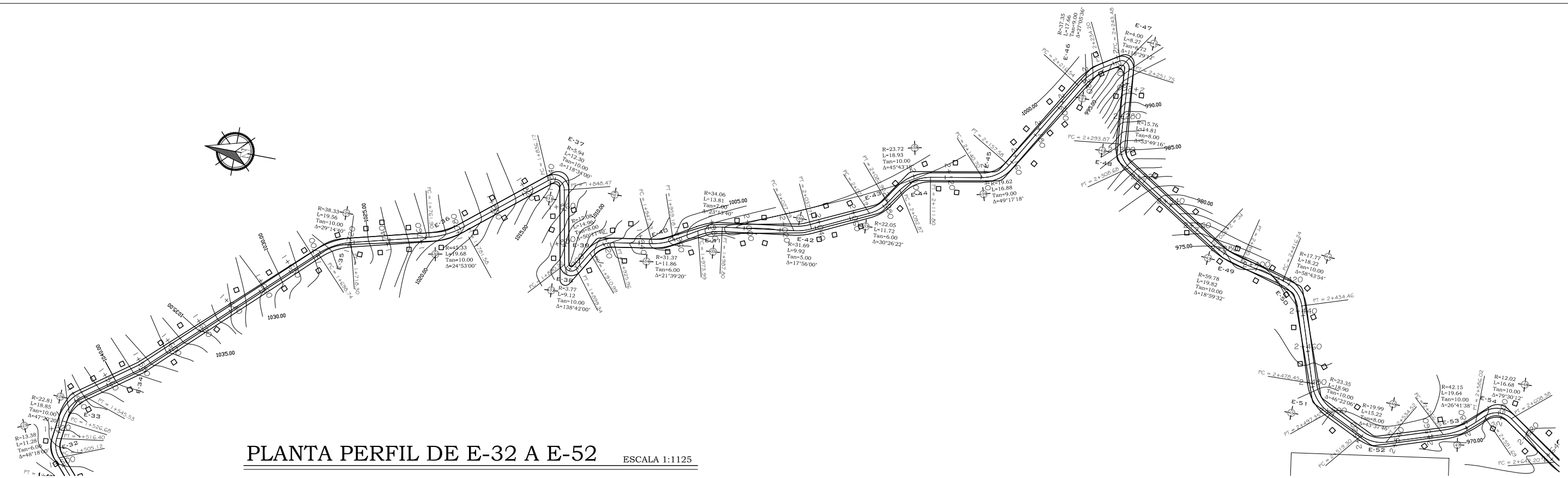
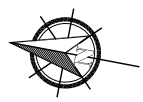
PLANTA PERFIL DE E-15 A E-32 ESCALA 1:1125



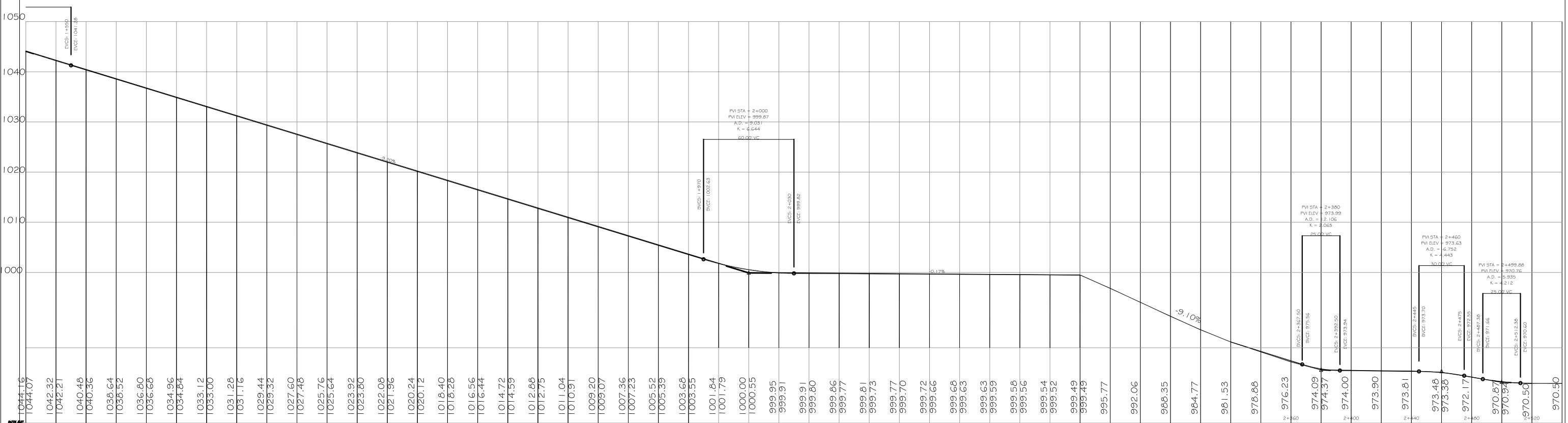
DATE: 17.03.07

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Carmotan, Chiquimula	CONTENIDO: <b>PLANTA PERFIL DE E-15 A E-32</b>
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 17.03.07	DISEÑO: GABRIEL ESTRADA
	CALCULO: GABRIEL ESTRADA
	HOJA No. 3
	8

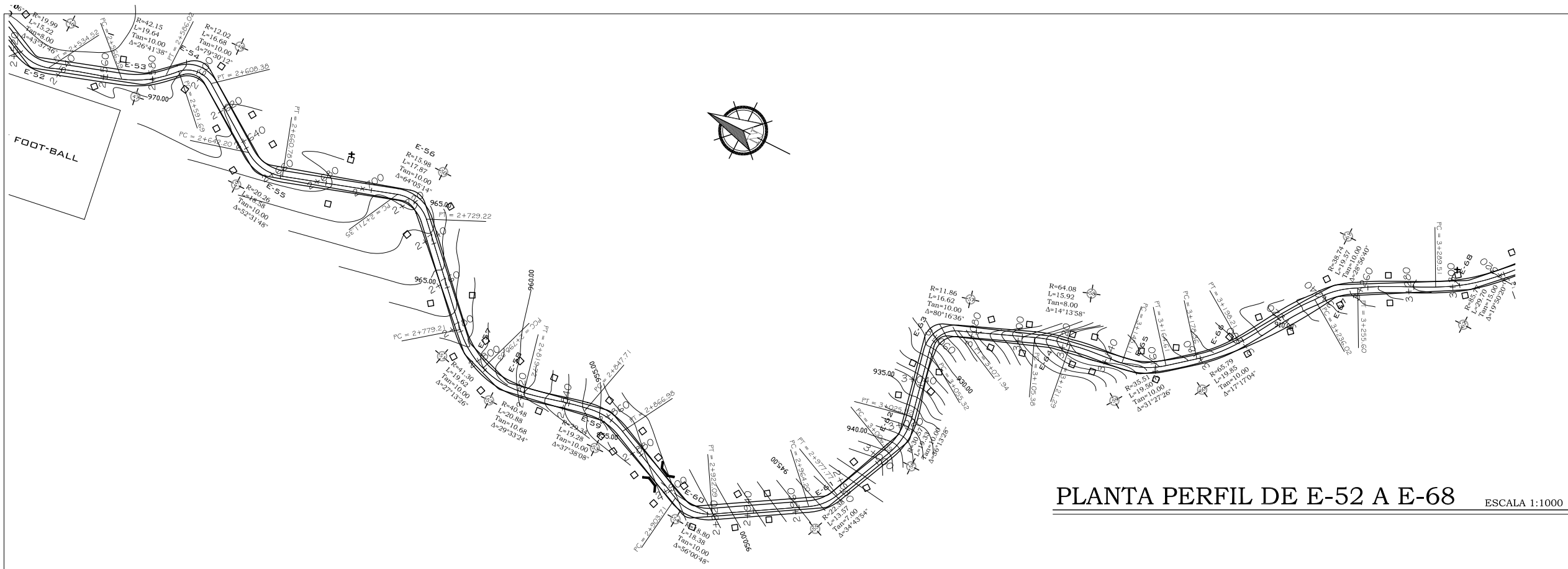
Ing. LUIS ALFARO  
ASESOR



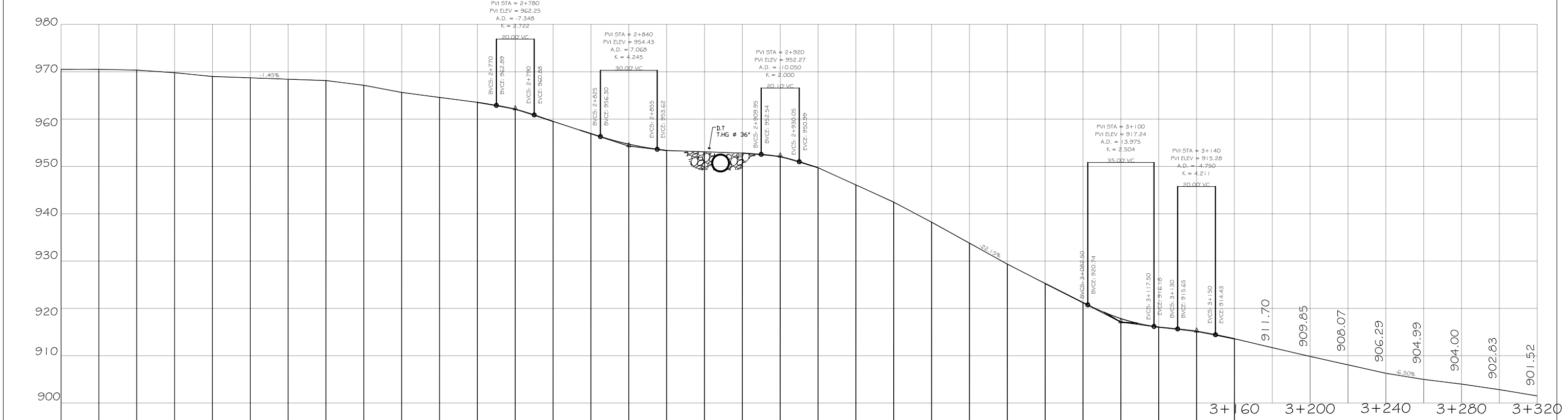
PLANTA PERFIL DE E-32 A E-52 ESCALA 1:1125



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Camotan, Chiquimula	CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-32 A E- 52
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 17.03.07	DISEÑO: GABRIEL ESTRADA
Ing. LUIS ALFARO ASESOR	
HOJA No. 4 / 8	



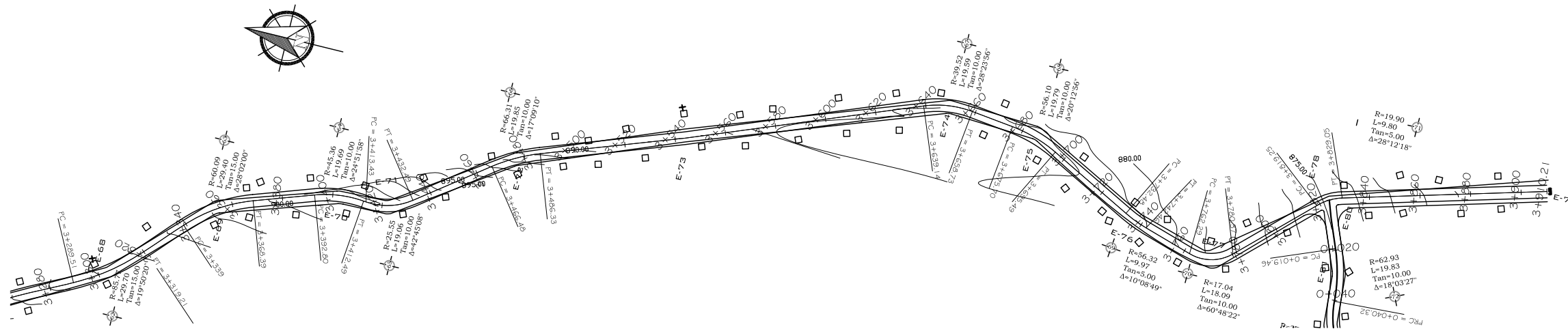
PLANTA PERFIL DE E-52 A E-68 ESCALA 1:1000



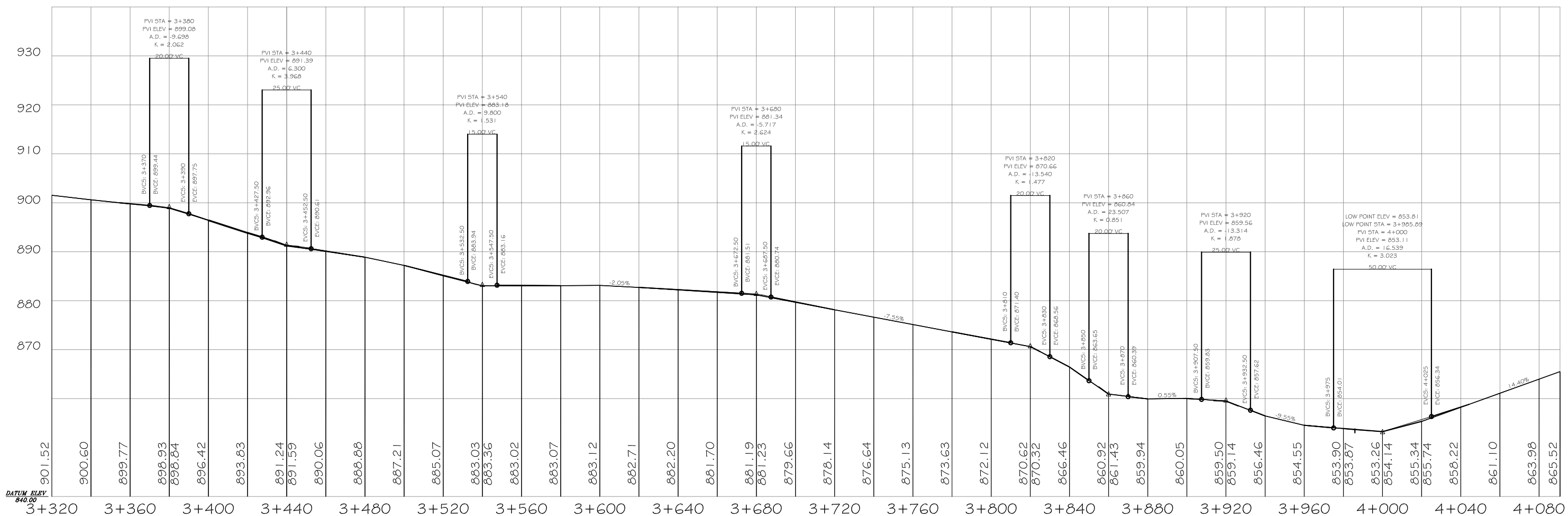
DATUM ELEV 880.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Camotan, Chiquimula	CONTENIDO: <b>PLANTA PERFIL DE E-52 A E-68</b>
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 17.03.07	DISENO: GABRIEL ESTRADA
	CALCULO: GABRIEL ESTRADA
	HOJA No. 5
	8

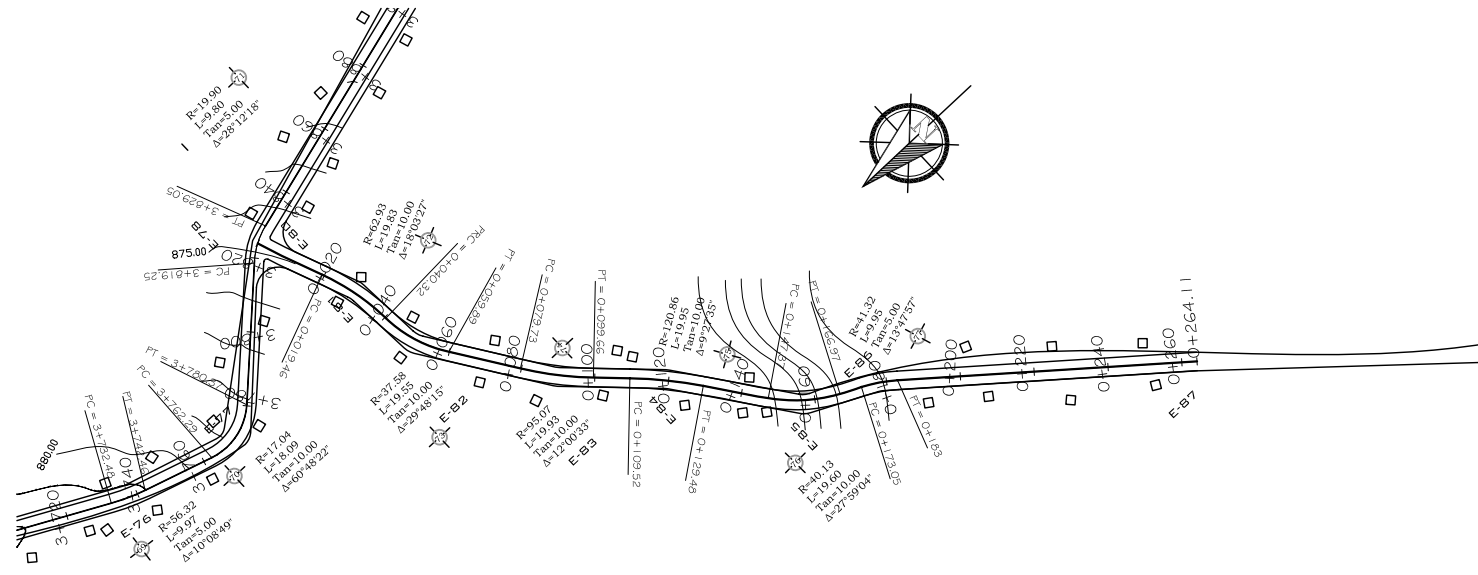
Ing. LUIS ALFARO  
ASESOR



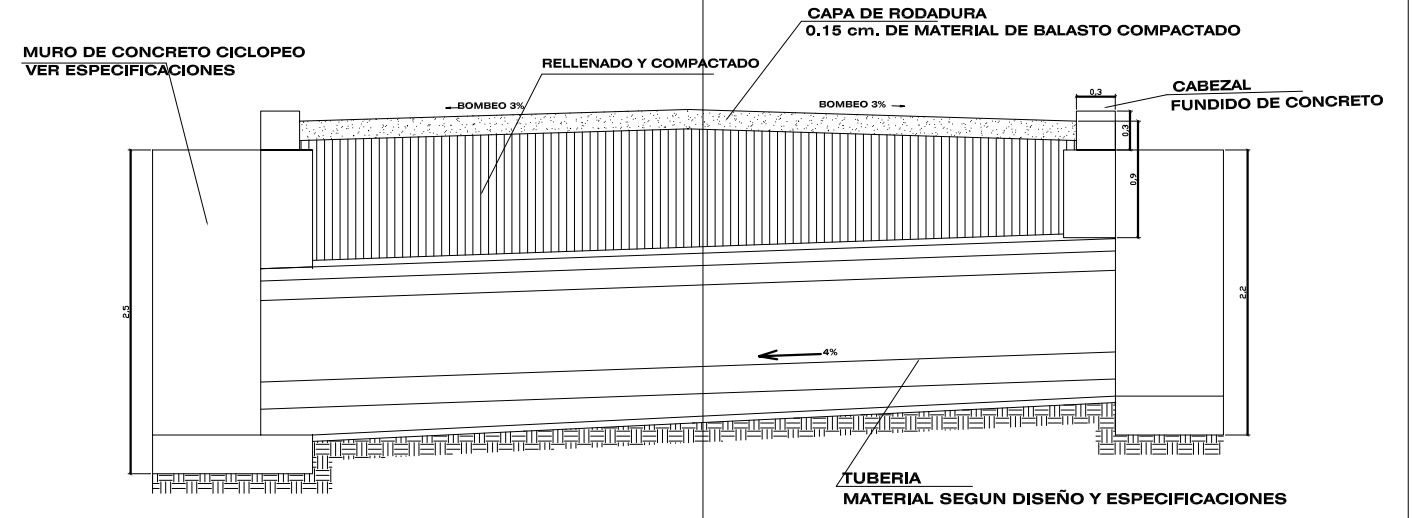
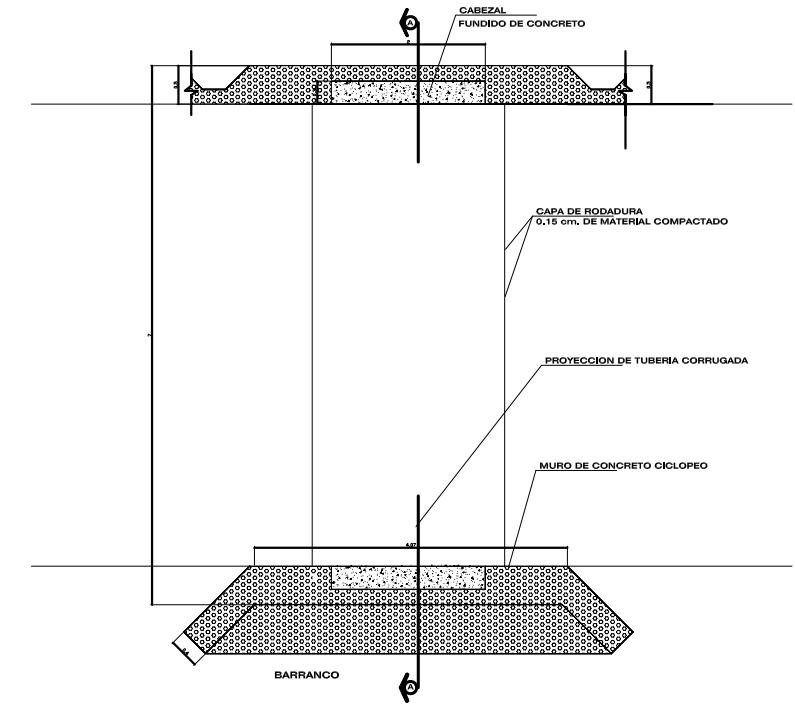
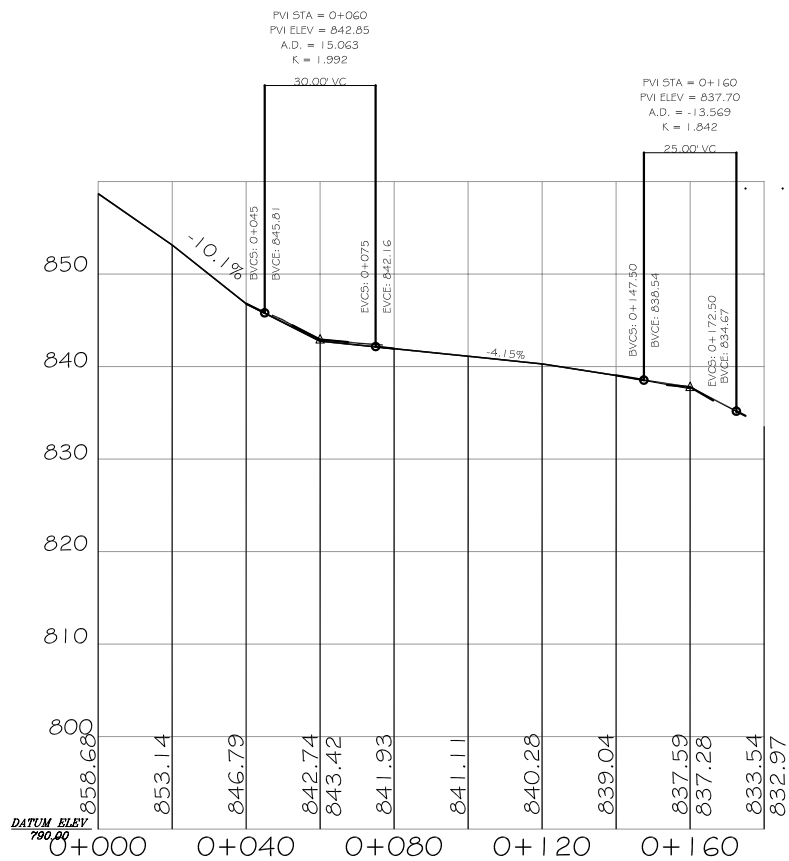
PLANTA PERFIL DE E-68 A E-79 ESCALA 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Camotan, Chiquimula	CONTENIDO: <b>PLANTA PERFIL DE E-68 A E-79</b>
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 17.03.07	DISENO: GABRIEL ESTRADA
Ing. LUIS ALFARO ASESOR	
HOJA No. 6 / 8	



**PLANTA PERFIL DE E-79 A E-87** ESCALA 1:1000



**CORTE TRANSVERSAL** ESCALA 1:25

- El concreto a utilizar para fundir muros y cabezales tendrá una resistencia de 165 Kg./cm.2 que equivale a la proporción 1:2:3 (una unidad de cemento, dos unidades de arena de río y tres de pídriñ).

**CONCRETO CICLOPEO**

- Será de 80% en volumen de piedra bola de 15 a 20 cms. y 20% en volumen de concreto de 165 Kg./cm.2 de resistencia.

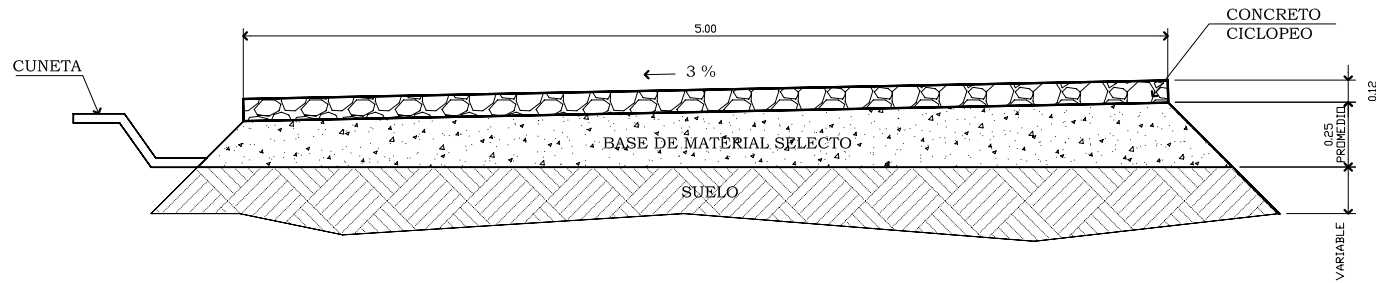
**TUBERIA**

- Diámetro 32" de hierro corrugado. profundidad de 600mm del coronamiento de alcantaria a capa de rodadura.

**MUROS Y CABEZALES**

- Los muros y cabezales podrán tener el acabado rústico que deja la formaleta.

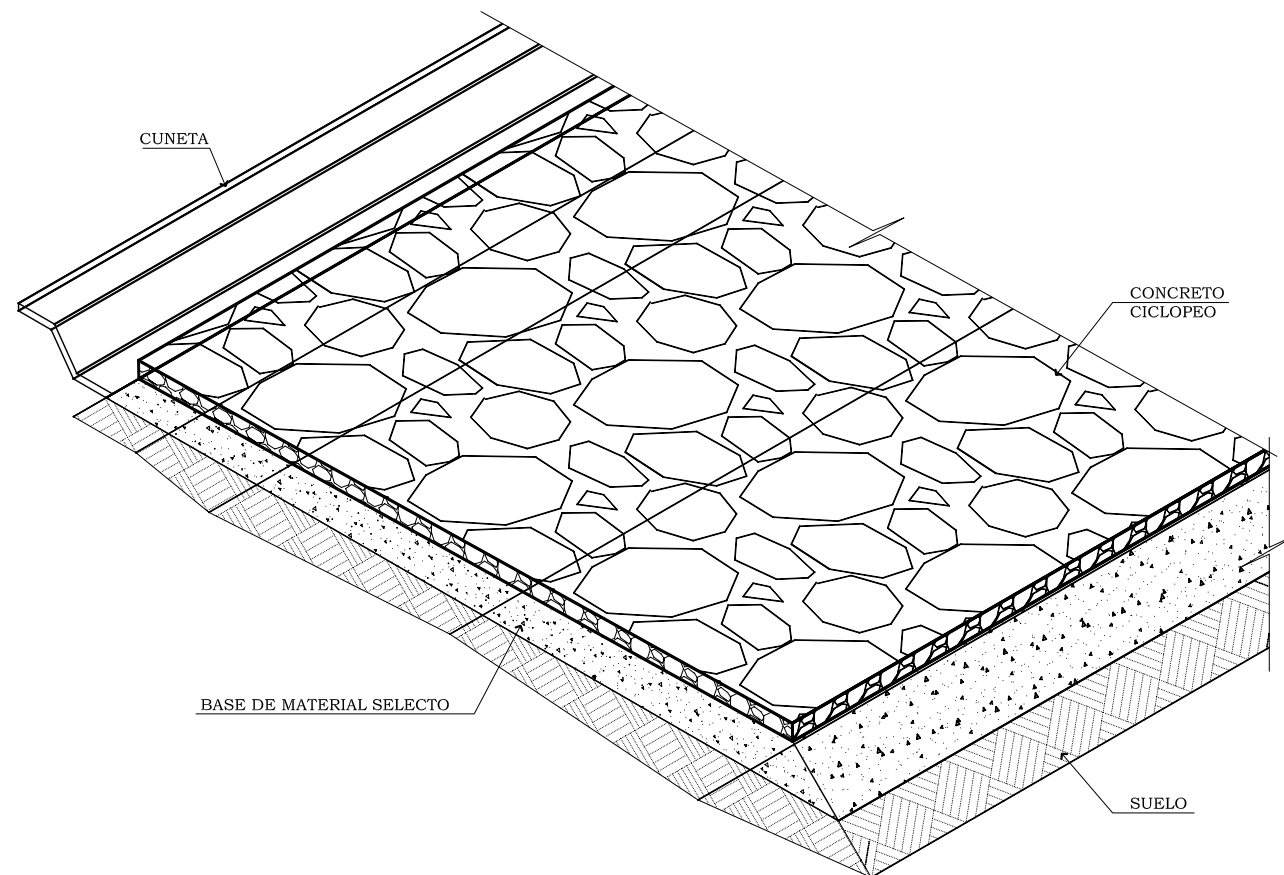
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO</b>
LUGAR: Comotan, Chiquimula	DISEÑO: GABRIEL ESTRADA
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-78 A E-87
FECHA: 17.03.07	CALCULO: GABRIEL ESTRADA
Ing. LUIS ALFARO ASESOR	
HOJA No. 7	
8	



### SECCION TIPICA DETALLE DE EMPEDRADO

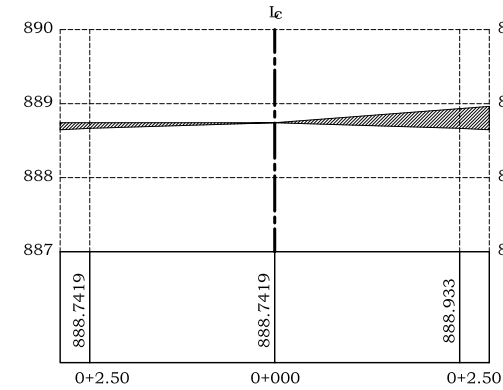
ESCALA 1:20

NOTA:  
DETALLE DE EMPEDRADO PARA LAS CURVAS  
QUE SE ENCUENTRAN EN LAS ESTACIONES:  
E-5, E-9, E-23, E-30, E-30



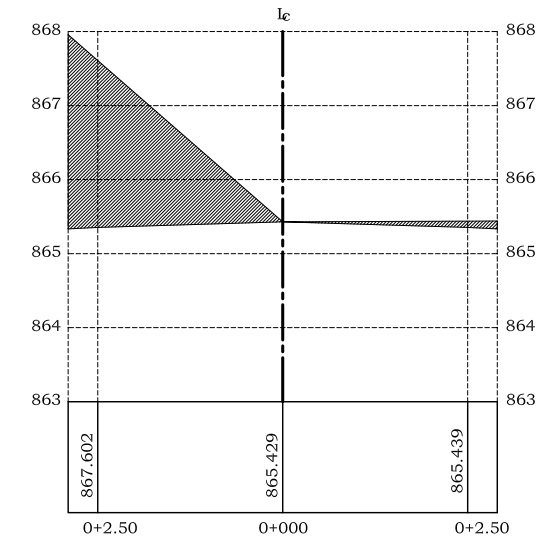
### DETALLE EMPEDRADO DE CALLE

ESCALA 1:20



### SECCION E-69

ESCALA 1:50



### SECCION E-75

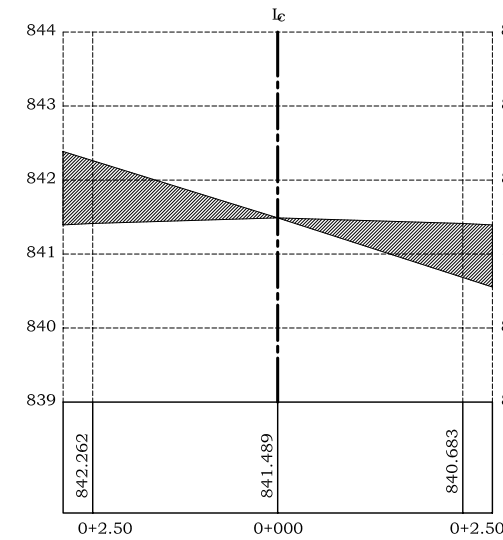
ESCALA 1:50

#### Material balasto

Se le llama "material balasto" al material selecto que se coloca sobre la subrasante con que termina una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura, el cual debe cumplir con las condiciones siguientes:

- La colocación del balasto debe hacerse en capas no mayores a los 25 cm., y compactando a 90% Proctor.

- Debe de ser de calidad uniforme y exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.
- Debe tener un peso unitario suelto no menor de 80 libras/ple cúbico.
- El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa a utilizar y en ningún caso debe ser mayor de 10 cm.
- La capa de balasto a colocarse sobre la subrasante no debe ser menor a 10 cm. de espesor.
- La porción del balasto retenida en el tamiz No. 4 (4.75mm) debe estar comprendida entre el 30% y 70% en peso.
- La porción del balasto que pase el tamiz No. 40 (0.425mm) debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.
- La porción de balasto que pase el tamiz No. 200 (0.075) no debe exceder de 25% en peso de su volumen total.
- El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles no debe exceder del 50%.



### SECCION E-83

ESCALA 1:50

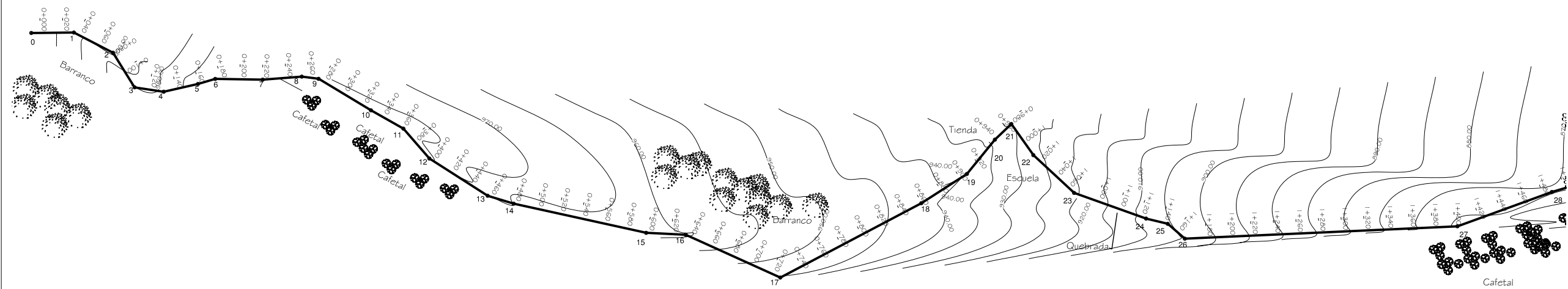
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, EPS	
COMUNIDAD: Cajon del Rio	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CARRETERA - ALDEA CAJON DEL RIO
LUGAR: Camotan, Chiquimula	CONTENIDO: DETALLES DE FRAGUADO + DETALLE DE SECCIONES TRANSVERSALES
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: GABRIEL ESTRADA
FECHA: 17.03.07	DISENO: GABRIEL ESTRADA
CALCULO: GABRIEL ESTRADA	
HOJA No. 8	

Ing. LUIS ALFARO  
ASESOR





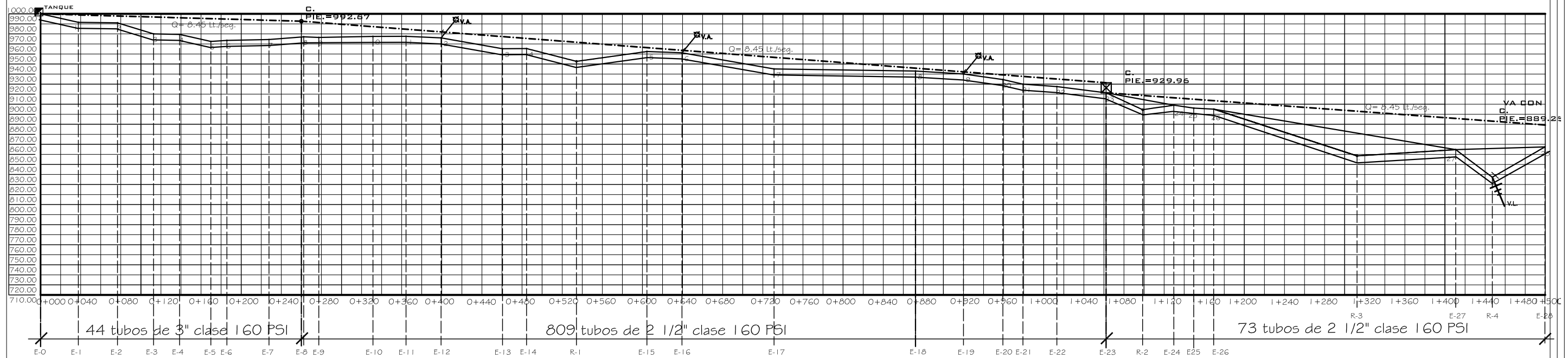
DIAGRAMA DE GANTT 2007				MES # 1				MES # 2				MES # 3				
ACT	PROYECTO AGUA FRIA TALQUETZAL	DIAS	M O	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	
	<b>Camotán, Chiquimula</b>			D L M M J V S D	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	L M M J V S D L	
	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>															
	1 ESTUDIOS TECNICOS Y ANALISIS DE TERRENO	16		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	2 LIMPIEZA DEL NACIMIENTO Y SUS ALREDEDORES	2														
	3 CONSTRUCCION DE CAPTACION	11						■	■	■	■	■	■	■		
	4 COLOCACION DE CERCO	3						■	■	■						
	<b>LINEA DE CONDUCCION PVC, C.R.P + VALVULAS</b>															
	1 ZANJEO	50						■	■	■	■	■	■	■	■	
	2 COLOCACION Y PEGADO DE TUBERIA	29														
	3 RELLENADO DE ZANJAS	14														
	4 CONSTRUCCION DE C.R.P's.	9														
	5 COLOCACION DE VALVULAS	14														
	<b>CONSTRUCCION DE T. ALMACENAMIENTO</b>															
	1 ZANJEO Y TRAZADO DE TANQUE	3														
	2 ARMADO Y LEVANTADO DE MUROS.	12														
	3 FUNDICION DE MUROS	2														
	4 IMPERMEABILIZADO	5														
	<b>LIMPIEZA GENERAL Y PRU. HIDRAULICAS</b>															
	1 PRUEBAS HIDRAULICAS	4														
	2 LIMPIEZA GENERAL	2														
	<b>ENTREGA A LA COMUNIDAD</b>															
	1 ENTREGA A LA MUNICIPALIDAD															
		Suma del mes		Q14,232.72				Q54,267.63				Q154,892.20				
	TRABAJOS POR REALIZAR	% gastado.		6.37%				24.29%				69.34% 100.00%				



DE	A	AZIMUT	DISTANCIA
0	1	225°56'0"	37,66
1	2	197°59'40"	38,99
2	3	167°12'40"	36
3	4	216°42'0"	25,99
4	5	238°5'40"	31,11
5	6	241°42'20"	15,99
6	7	224°24'20"	41,97
7	8	229°45'20"	34,65
8	9	217°46'20"	14,99
9	10	194°17'20"	53,97
10	11	195°52'40"	32,99
11	12	176°16'40"	34,98
12	13	192°44'20"	61,23
13	14	208°25'40"	23,99
14	15	212°54'40"	119,93
15	16	222°35'0"	34,99
16	17	200°56'0"	91,77
17	18	253°7'20"	140,99
18	19	258°1'20"	47,84
19	20	276°7'40"	39,21
20	21	268°59'0"	20,05
21	22	170°36'0"	33,77
22	23	182°26'20"	49,13
23	24	205°42'20"	67,56
24	25	211°43'40"	19,69
25	26	184°19'40"	19,98
26	27	227°54'40"	241,24
27	28	245°17'40"	88,94

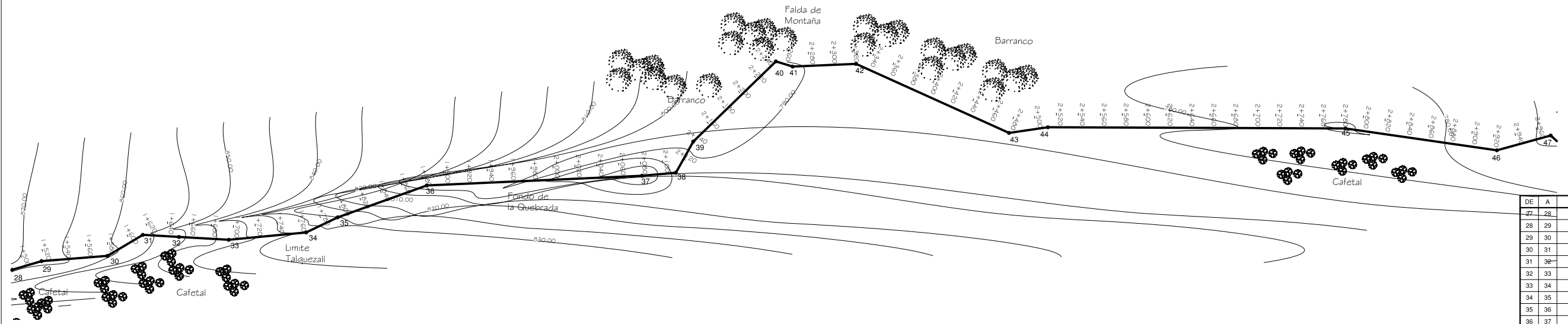
### PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1:2000



SIMBOLOGIA	
	TANQUE
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA

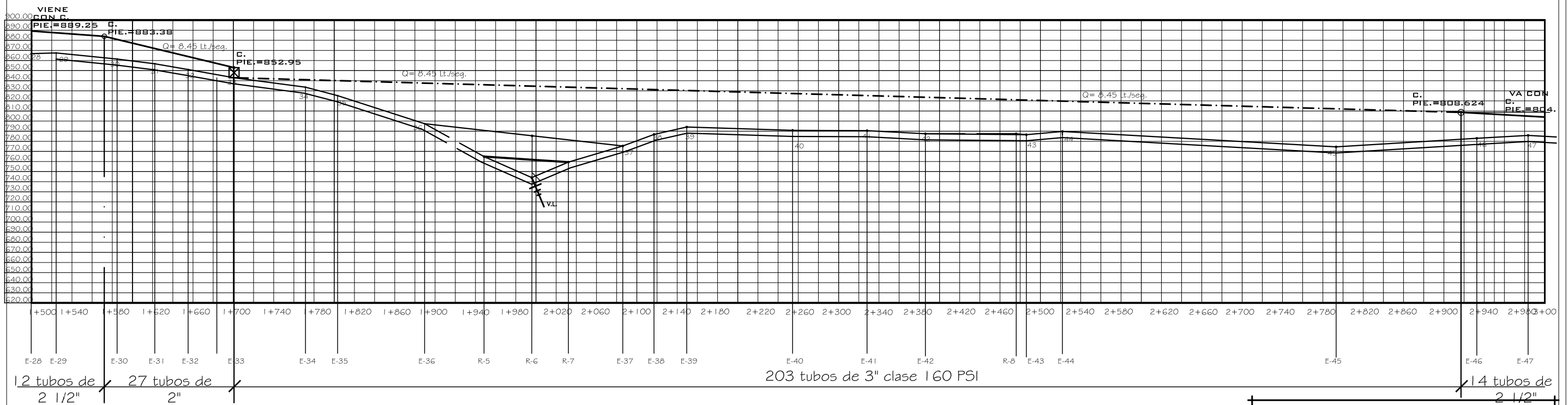
<b>MUNICIPALIDAD DE CAMOTAN</b>	
PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CAPTADA DE FUENTE CUMBRE DE AGUA FRIA	
UBICACION: CABECERA MUNICIPAL, CAMOTAN, CHIQUIMULA	
DISEÑO: OMP. CAMOTAN CALCULO: OMP. CAMOTAN DIBUJO: OMP. CAMOTAN ESCALA: 1:2000 FECHA: ENERO 2007	PLANO DE: <b>PLANTA PERFIL</b> LINEA DE CONDUCCION Vo. Bo:  HOJA No: <b>1</b> 3



DE	A	AZIMUT	DISTANCIA
27	28	245°17'40"	88,94
28	29	241°42'40"	27,79
29	30	229°53'20"	60,38
30	31	256°11'0"	37,39
31	32	222°2'20"	32,98
32	33	222°4'40"	45,49
33	34	230°45'0"	70,82
34	35	250°51'20"	31,89
35	36	245°0'0"	86,23
36	37	227°54'20"	196,44
37	38	230°25'20"	30,93
38	39	286°6'40"	32,51
39	40	269°25'40"	104,89
40	41	208°16'20"	15,99
41	42	227°41'40"	57,84
42	43	201°4'20"	152,99
43	44	233°34'20"	35,79
44	45	225°5'0"	271,27
45	46	217°8'20"	139,48
46	47	240°37'0"	50,89

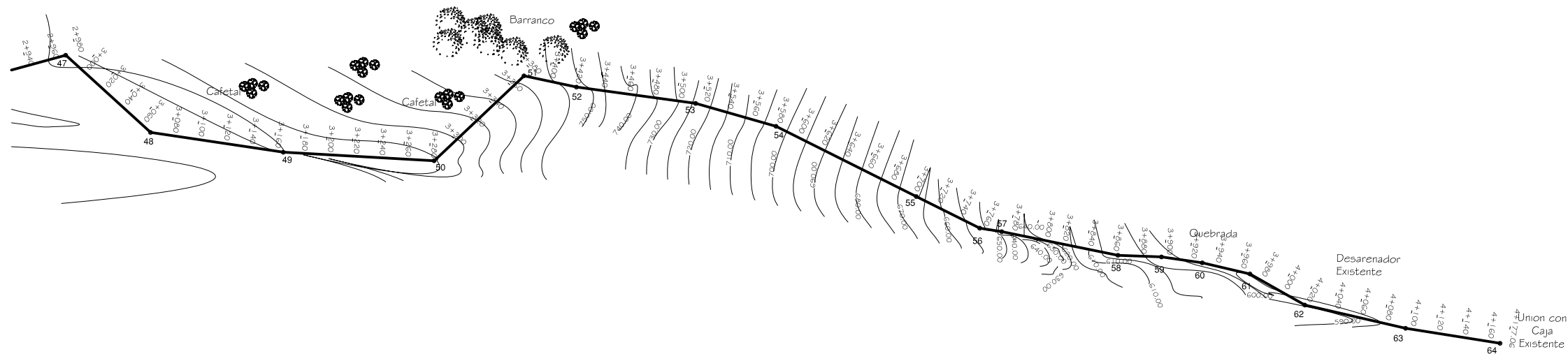
### PLANTA PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1:2000



SIMBOLOGIA	
	TANQUE
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA

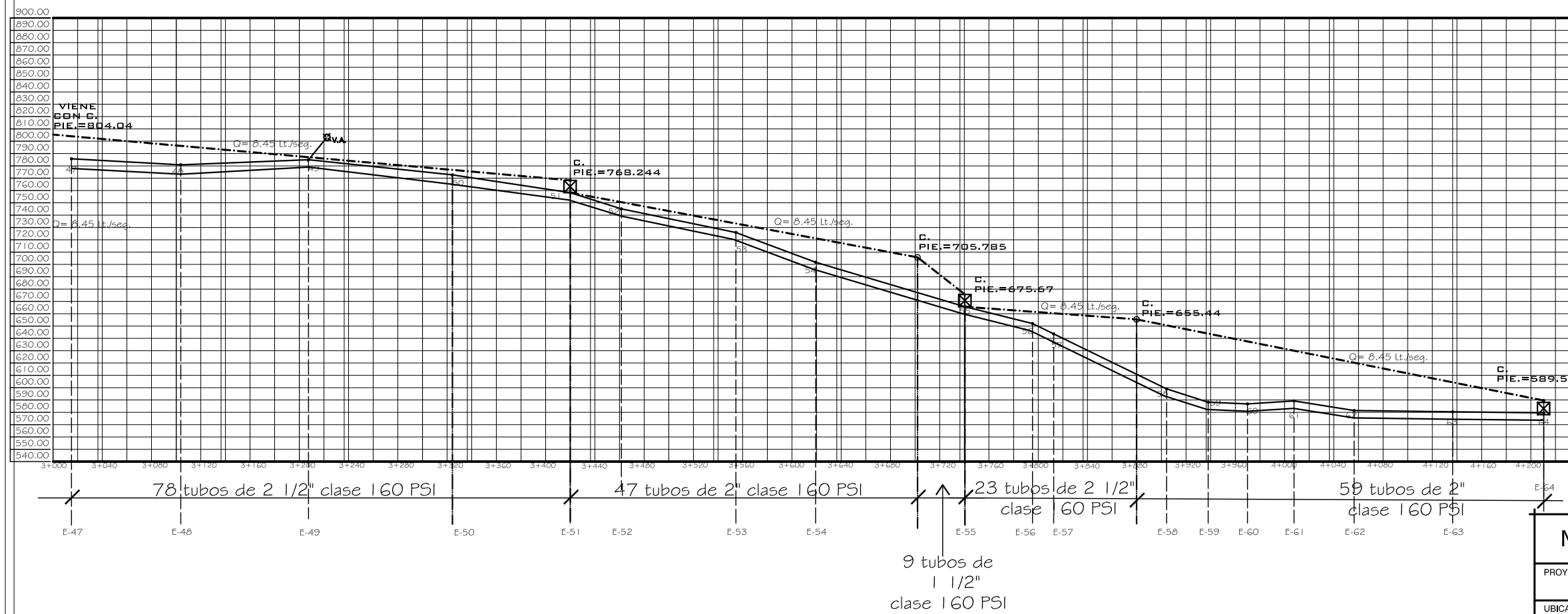
<b>MUNICIPALIDAD DE CAMOTAN</b>					
PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CAPTADA DE FUENTE CUMBRE DE AGUA FRIA					
UBICACION: CABECERA MUNICIPAL, CAMOTAN, CHIQUMILA					
DISEÑO: OMP. CAMOTAN CALCULO: OMP. CAMOTAN DIBUJO: OMP. CAMOTAN ESCALA: 1:2000 FECHA: ENERO 2007	PLANO DE: <h3 style="text-align: center;">PLANTA PERFIL</h3> LINEA DE CONDUCCION Vo. Bo: <div style="text-align: right;"> <table border="1"> <tr> <td>HOJA No:</td> <td style="text-align: center; font-size: 2em;"><b>2</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; font-size: 2em;"><b>3</b></td> </tr> </table> </div>	HOJA No:	<b>2</b>		<b>3</b>
HOJA No:	<b>2</b>				
	<b>3</b>				



### PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION

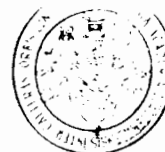
ESCALA 1:2000

DE	A	AZIMUT	DISTANCIA
47	48	182°59'40"	88.74
48	49	216°51'0"	103.78
49	50	222°4'20"	116.87
50	51	268°43'40"	95.62
51	52	213°14'0"	41.5
52	53	217°30'20"	93.04
53	54	209°24'40"	64.69
54	55	198°43'0"	121.28
55	56	198°48'40"	54.83
56	57	216°16'40"	17.25
57	58	213°49'0"	91.71
58	59	223°10'20"	33.7
59	60	217°6'20"	31.9
60	61	212°9'40"	37.84
61	62	195°46'0"	48.76
62	63	212°19'20"	79.99
63	64	216°17'20"	73.97



SIMBOLOGIA	
	TANQUE
	CAJA ROMPE PRESION
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA

<b>MUNICIPALIDAD DE CAMOTAN</b>	
PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CAPTADA DE FUENTE CUMBRE DE AGUA FRIA	
UBICACION: CABECERA MUNICIPAL, CAMOTAN, CHIQUIMULA	
DISEÑO: OMP. CAMOTAN	PLANO DE: <b>PLANTA PERFIL</b> LINEA DE CONDUCCION
CALCULO: OMP. CAMOTAN	Vo. Bo:
DIBUJO: OMP. CAMOTAN	HOJA No:
ESCALA: 1:2000	<b>3</b> <b>3</b>
FECHA: ENERO 2007	ING. LUIS ALFARO ASESOR



INFORME No. 339 S.S

O.T. No. 22,064

Interesado: Gabriel Estuardo Morales Estrada

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: ( ) Norma:

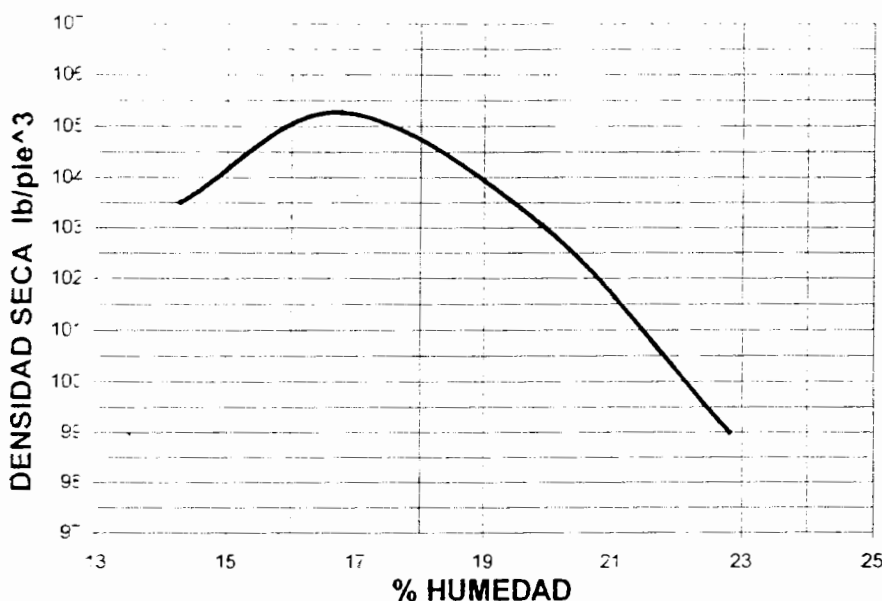
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H O T-180

Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Lugar: Carrotan, Chiquimula

Fecha: 31 de agosto de 2007

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



Muestra No.: 1

Descripción del suelo: Limo arcilloarenoso color beige con partículas de grava

Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 1687 Kg/m<sup>3</sup> 105.3 lb/ft<sup>3</sup>

Humedad óptima  $w_{op}$ : 16.8 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.



Atentamente,

Por:

*[Signature]*  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CII/USAC

*[Signature]*  
 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 340 S.S.

O.T. No. 22,064

Interesado: Gabriel Estuardo Morales Estrada

Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Cajón del río, Camotán, Chiquimula

FECHA: 31 de Agosto de 2007

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	38,3	9,7	ML	Limo arcilloarenoso color beige

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente.

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
DIRECTOR CII/USAC

*Omar Enrique Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 341 S.S.

C.T. No.: 22,064

Interesado: Gabriel Estuardo Morales Estrada  
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)  
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Norma: A.A.S.H.T.O. T-193

Ubicación: Camotan, Chiquimula

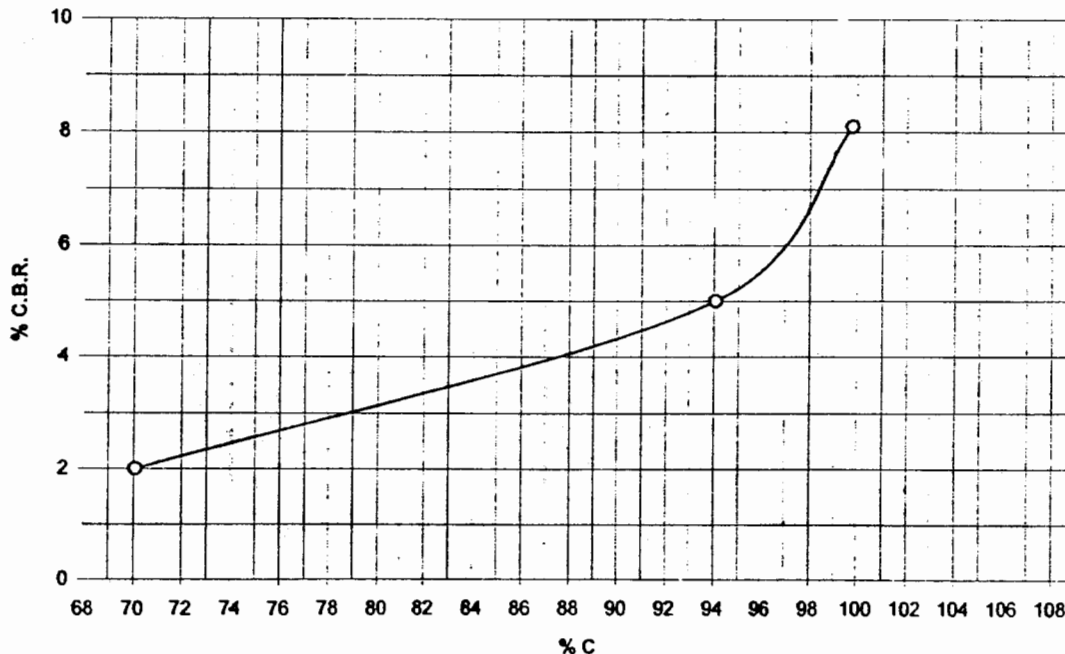
Descripción del suelo: Limo arcilloarenoso color beige con partículas de grava

Muestra No.: 1

Fecha: 31 de Agosto de 2007

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma_d$ (Lb/pia <sup>3</sup> )			
1	10	17,50	73,8	70,1	4,0	2,0
2	30	17,50	99,0	94,1	3,5	5,0
3	65	17,50	105,0	99,8	3,0	8,1

**GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION**

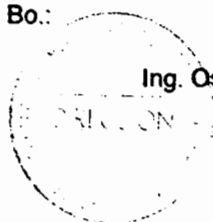


Atentamente,

*(Handwritten signature of Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez)*

*(Handwritten signature of Ing. Omar Enrique Medrano Mendez)*  
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo. Bo.:



Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CII/USAC